



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115917664 A

(43) 申请公布日 2023.04.04

(21) 申请号 202180041790.6

(22) 申请日 2021.06.08

(30) 优先权数据

20178943.5 2020.06.09 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2022.12.09

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2021/065265 2021.06.08

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/249992 EN 2021.12.16

(71) 申请人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 A·戈森 H·M·布吕克

J·冯贝格 S·克伦克

D·贝斯特罗夫 S·M·扬

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

专利代理师 刘兆君

(51) Int.Cl.

G16H 30/00 (2006.01)

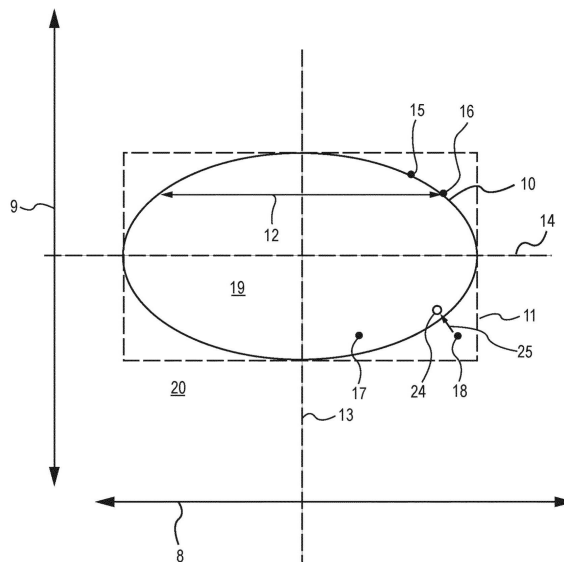
权利要求书3页 说明书16页 附图7页

(54) 发明名称

用于基于质量度量的相互作用来分析医学图像数据的系统和方法

(57) 摘要

本公开涉及用于分析医学图像数据的系统，所述医学图像数据表示已经从人类对象采集的二维或三维医学图像。所述系统被配置为针对所述医学图像读取和/或确定多个图像质量度量，并且基于所述图像质量度量来确定组合质量度量。所述系统还被配置为使得所述组合质量度量的所述确定考虑所述图像质量度量之间的相互作用对它们在所述组合质量度量上的组合影响。



1. 一种用于分析医学图像数据的系统(1),所述医学图像数据表示已经从人类对象采集的二维或三维医学图像;

其中,所述系统(1)包括用于采集图像数据的医学成像单元,其中,所述医学成像单元包括X射线成像单元和/或磁共振断层摄影单元;

其中,所述系统(1)还包括数据处理系统,所述数据处理系统被配置为:

针对所述医学图像读取和/或确定多个图像质量度量;并且

基于所述图像质量度量自动地或交互地确定组合质量度量;

其中,所述数据处理系统被配置为使得所述组合质量度量的所述确定考虑所述图像质量度量之间的相互作用对它们在所述组合质量度量上的组合影响;

其中,所述图像质量度量之间的所述相互作用为使得由所述质量度量中的第一质量度量的变化引起的所述组合质量度量的变化能够由其余质量度量中的一个或多个质量度量的变化来补偿。

2. 根据权利要求1所述的系统(1),

其中,所述图像质量度量中的每个图像质量度量与相应的预定义最佳值或预定义最佳范围相关联;

其中,所述图像质量度量之间的所述相互作用为使得所述度量中的第一度量与所述最佳范围或最佳值的增加的偏差能够由所述其余图像质量度量中的一个或多个图像质量度量与所述最佳范围或最佳值的减小的偏差来补偿。

3. 根据前述权利要求中任一项所述的系统(1),其中,所述质量度量中的一个或多个或每个质量度量指示被成像身体部分相对于所述成像单元的部件或相对于另一身体部分的位置的一个或多个参数和/或取向的一个或多个参数。

4. 根据前述权利要求中任一项所述的系统(1),

其中,所述系统(1)被配置为:针对所述图像中的一幅或多幅,基于所确定的组合质量度量来确定表示用于使用所述成像单元的成像条件的改变的参数或状态变量;

其中,所述改变的成像条件被配置为改变所述图像质量度量中的一个或多个。

5. 根据前述权利要求中任一项所述的系统(1),其中,所述图像质量度量的所述确定包括:

对所述图像的至少部分进行分割;和/或

使用经分割的图像来将所述图像与图集配准。

6. 一种用于分析医学图像数据的系统(1),所述医学图像数据表示多幅医学图像,所述多幅医学图像中的每幅是二维图像或三维图像;

其中,所述医学图像是使用一个或多个医学成像单元(2a、2b、2c)从一个或多个人类对象采集的,其中,所述医学成像单元(2a、2b、2c)中的每个被配置为采集医学图像;

其中,所述系统(1)包括数据处理系统,所述数据处理系统被配置为:

针对所述医学图像中的每幅,读取和/或生成一个或多个质量度量;并且

经由所述用户接口针对所述图像的至少部分接收指示针对所述相应图像的用户指定的质量评级的用户输入;

其中,所述数据处理系统还被配置为:

(a) 基于所述图像质量度量并基于所述用户输入来确定或调整用于确定组合质量度量

的算法;和/或

(b) 确定或调整用于对所述图像进行分类或选择所述图像的的部分的算法,其中,所述分类或所述选择基于所述用户输入并且基于所述组合质量度量;

其中,所述组合质量度量取决于所述图像质量度量之间的相互作用对它们在所述组合质量度量上的组合影响;

其中,所述图像质量度量之间的所述相互作用为使得由所述质量度量中的第一质量度量的变化引起的所述组合质量度量的变化能够由其余质量度量中的一个或多个质量度量的变化来补偿。

7. 根据权利要求6所述的系统(1),其中,所述系统(1)被配置为经由所述用户接口显示:

指示所述图像的至少部分的所述组合质量度量的输出;和/或

指示所述医学图像的分类的输出,所述输出基于所述组合质量度量对所述图像进行分类。

8. 根据权利要求6或7中任一项所述的系统,其中,所述系统被配置为经由所述用户接口输出指示所述图像质量度量中的一个或多个的坐标系的图形表示;

其中,对于所述图像中的一幅或多幅,所述图形表示还指示所述相应图像与所述坐标系之间的空间关系。

9. 根据权利要求6至8中任一项所述的系统,其中,所述数据处理系统被配置为经由所述用户接口接收对所述图像中的一幅或多幅的用户指定的选择,以便输入指示由所述用户指定的选择所选择的所述图像的所述用户指定的评级的所述用户输入。

10. 一种用于分析医学图像数据的方法,所述医学图像数据表示二维或三维医学图像,其中,所述图像是人类对象的至少部分的图像;其中,所述方法使用数据处理系统来执行,其中,所述方法包括:

使用医学成像单元采集所述医学图像数据,其中,所述医学成像单元包括X射线成像单元和/或磁共振断层摄影单元;

使用所述数据处理系统针对所述医学图像读取和/或确定多个图像质量度量;并且

使用所述数据处理系统基于所述图像质量度量自动地或交互地确定组合质量度量;

其中,所述组合质量度量的所述确定考虑所述图像质量度量之间的相互作用对它们在所述组合质量度量上的组合影响;

其中,所述图像质量度量之间的所述相互作用为使得由所述质量度量中的第一质量度量的变化引起的所述组合质量度量的变化能够由其余质量度量中的一个或多个质量度量的变化来补偿。

11. 一种用于分析医学图像数据的方法,所述医学图像数据表示多幅医学图像,所述多幅医学图像中的每幅是二维图像或三维图像;其中,所述医学图像是一个或多个人类对象的部分的图像;

其中,所述方法使用数据处理系统来执行,其中,所述方法包括:

使用所述数据处理系统来针对所述医学图像中的每幅读取和/或生成一个或多个质量度量;

经由所述数据处理系统的用户接口来针对所述图像的至少部分接收指示针对所述相

应图像的用户指定的质量评级的用户输入；

其中，所述方法包括以下中的至少一项：

(a) 使用所述数据处理系统基于所述图像质量度量并基于所述用户输入来确定或调整用于确定组合质量度量的算法；和/或

(b) 使用所述数据处理系统确定或调整用于对所述图像进行分类或选择所述图像的一部分的算法，其中，所述分类或所述选择基于所述用户输入并且基于所述组合质量度量；

其中，所述组合质量度量取决于所述图像质量度量之间的相互作用对它们在所述组合质量度量上的组合影响；

其中，所述图像质量度量之间的所述相互作用为使得由所述质量度量中的第一质量度量的变化引起的所述组合质量度量的变化能够由其余质量度量中的一个或多个质量度量的变化来补偿。

12. 一种用于分析医学图像数据的程序单元，所述医学图像数据表示多幅医学图像，所述多幅医学图像中的每幅是二维图像或三维图像；其中，所述医学图像是一个或多个人类对象的部分的图像；

其中，所述程序单元在由所述数据处理系统的处理器运行时适于执行：

使用所述数据处理系统来针对所述医学图像中的每幅读取和/或生成一个或多个质量度量；

经由所述数据处理系统的用户接口来针对所述图像的至少部分接收指示针对所述相应图像的用户指定的质量评级的用户输入；

其中，所述程序单元在由所述处理器运行时还被配置为执行以下中的至少一个：

(a) 使用所述数据处理系统基于所述图像质量度量并基于所述用户输入来确定或调整用于确定组合质量度量的算法；和/或

(b) 使用所述数据处理系统确定或调整用于对所述图像进行分类或选择所述图像的一部分的算法，其中，所述分类或所述选择基于所述用户输入并且基于所述组合质量度量；

其中，所述组合质量度量取决于所述图像质量度量之间的相互作用对它们在所述组合质量度量上的组合影响；

其中，所述图像质量度量之间的所述相互作用为使得由所述质量度量中的第一质量度量的变化引起的所述组合质量度量的变化能够由其余质量度量中的一个或多个质量度量的变化来补偿。

13. 一种计算机程序产品，其上存储有根据权利要求12所述的计算机程序单元。

用于基于质量度量的相互作用来分析医学图像数据的系统和 方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于分析医学图像数据的系统、方法、程序单元和计算机可读介质。具体地,执行分析,使得考虑多个图像质量度量之间的相互作用对组合质量度量的组合影响。

背景技术

[0002] 在放射科中,生成射线照片并评估其诊断质量的功能在一方面操作图像采集单元的放射线技师(也被表示为放射技术人员)与另一方面的放射科医师之间划分。如果图像示出例如由相对于成像单元定位患者的错误引起的严重质量劣化,则放射科医师在执行拒绝分析时拒绝图像将其分类为不是诊断性的。在这种情况下,需要从患者采集重复图像。然而,重复图像导致额外的成本、放射科的更低生产率以及给予患者的更高辐射剂量。它们也不适合必须管理不断增加的诊断数据量的临床工作流程。

[0003] 存在类似的问题,因为一些放射线技师倾向于在不咨询放射科医师而试图预期可能被放射科医师拒绝的情况下直接拒绝图像。然而,这导致不必要的重复图像,因为图像仅被具有基本医学训练并且因此没有资格确定图像是否适合于诊断的某人拒绝。

[0004] 由于用于生成医学图像并评估其诊断质量的当前过程中的缺陷,将期望具有用于分析医学图像数据的更高效系统。

[0005] 文献US2010/0305441A1涉及一种用于自动超声图像优化的系统。

[0006] 文献EP3644273A1涉及一种用于确定医学图像的图像质量参数的系统。

发明内容

[0007] 本公开涉及一种用于分析医学图像数据的系统,所述医学图像数据表示已经从人类对象采集的二维或三维医学图像。所述系统包括数据处理系统,所述数据处理系统被配置为针对所述医学图像读取和/或确定多个图像质量度量。所述数据处理系统还被配置为基于所述图像质量度量来确定组合质量度量。所述数据处理系统被配置为使得所述组合质量度量的所述确定考虑所述图像质量度量之间的相互作用对它们在所述组合质量度量上的组合影响。

[0008] 所述图像数据可以使用医学成像单元来采集。所述医学成像单元可以包括X射线成像单元和/或磁共振断层摄影单元和/或超声成像单元。所述X射线成像单元可以被配置用于平面射线照相和/或用于X射线计算机断层摄影。

[0009] 所采集的人类对象的医学图像可以包括肺、胸部、肋骨、骨骼、踝关节或膝关节的图像。

[0010] 三维医学图像可以表示断层摄影图像。所述断层摄影图像可以使用重建算法来从二维图像生成。所述二维医学图像可以使用投影成像(特别是使用投影射线照相)来生成。

[0011] 所述数据处理系统可以被配置为从存储在数据处理系统的存储设备中的一个或多个文件读取质量度量的至少部分。额外地或替代地,所述数据处理系统可以被配置为使

用分析算法来确定所述质量度量的至少部分,所述分析算法使用医学图像数据的至少部分作为输入。所述分析算法可以包括但不限于分割算法、用于将图像与图集配准的配准算法、分类器、机器学习算法中的一种或其组合。机器学习算法可以被配置用于监督和/或无监督学习。具体地,机器学习算法可以是人工神经网络(ANN)。

[0012] 额外地或替代地,所述数据处理系统可以被配置为经由数据存储系统的用户接口和/或从另一数据处理系统接收所述质量度量的至少部分。所述数据处理系统可以自动地或交互地(即,需要用户干预)确定所述图像质量度量。

[0013] 所述质量度量中的一个或多个或每个可以与用于使用所述医学成像单元采集医学图像的成像过程的参数有关。所述质量度量中的一个或多个或每个可以指示或可以包括人类对象的身体部分相对于医学成像单元的部件的位置和/或取向的参数。作为示例,所述部件可以包括成像单元的探测器(诸如X射线探测器)和/或成像单元的辐射源。取向参数的一个示例是踝部围绕纵向轴线的旋转角度。位置参数的一个示例是肺野相对于X射线辐射敏感探测器的视场的位置。可以通过调整X射线成像单元的准直器的位置和/或通过调整对象与辐射敏感探测器之间的相对位置来调整视场。额外地或替代地,可以通过调整由准直器形成的开口来调整肺野相对于视场的范围。

[0014] 额外地或替代地,所述质量度量中的一个或多个或每个可以指示或可以包括人类对象的部分相对于彼此的取向的参数。对于身体部分中的一个或多个或全部,可以在医学图像中对相应的身体部分进行成像。两个身体部分相对于彼此的取向的一个示例是踝部的弯曲角度(即背屈或前屈的角度)。

[0015] 所述组合质量度量可以指示医学图像是否足以用于医学诊断或医学图像足以用于医学诊断的程度。所述数据处理系统可以被配置为使用存储在数据处理系统中的算法来确定组合质量度量。可以自动地或交互地(即,需要人为干预)执行组合质量度量的确定。作为示例,数据处理系统可以经由数据处理系统的用户接口接收用于确定组合质量度量的用户输入。这样的用户输入的一个示例是基于医学图像的目标诊断。基于该用户输入,数据处理系统可以选择一幅或多幅图像质量度量和/或用于确定组合质量度量的算法。由此,可以确定可靠地允许确定所采集的图像是否适合于进行预期诊断的组合质量度量。

[0016] 所述组合质量度量的至少部分可以是多个预定义质量水平的值。质量水平中的一个或多个可以指示医学图像满足预定义准则,并且一个或多个第二水平可以指示医学图像不满足预定义准则。预定义准则可以指示医学图像是否适合于预定义诊断或医学图像适合于预定义诊断的程度。

[0017] 所述组合质量度量可以是取决于图像质量度量的列表函数或分析函数。所述组合质量度量可以包括或可以是标量值、矢量和/或状态变量。表示所述组合质量度量的相同值的图像质量度量的值的组合可以表示高度图中的轮廓线,其指示组合质量度量的至少部分。

[0018] 根据另一实施例,所述图像质量度量之间的所述相互作用为使得由所述质量度量中的第一质量度量的变化引起的所述组合质量度量的变化能够由其余质量度量中的一个或多个的变化来补偿。

[0019] 根据另一实施例,所述图像质量度量中的每个与相应的预定义最佳值或预定义最佳范围相关联。作为示例,最佳值中的一个可以是身体部分(特别是被成像身体部分)相对

于成像单元的部件(诸如医学成像单元的探测器和/或源)的最佳取向。额外地或替代地,最佳值可以是身体部分相对于彼此的最佳取向。作为示例,最佳角度可以是踝部的最佳角度(即,背屈角度或前屈角度)。

[0020] 所述图像质量度量之间的所述相互作用可以为使得所述度量中的第一度量与所述最佳范围或最佳值的增加的偏差可以由所述其余图像质量度量中的一个或多个与所述最佳范围或最佳值的减小的偏差来补偿。

[0021] 根据另一实施例,所述质量度量中的一个或多个或每个指示被成像身体部分相对于所述成像单元的部件或相对于另一身体部分的位置的一个或多个参数和/或取向的一个或多个参数。所述部件可以是医学成像单元的探测器和/或源。可以在医学图像中至少部分地对身体部分中的一个或多个或每个进行成像。

[0022] 质量度量的其他示例是但不限于:吸气状态、准直参数、视场位置参数、以及身体部分与医学成像单元的部件之间的距离。

[0023] 作为示例,可以使用在图像中在隔膜上方示出的多条肋骨来表示吸气状态。分析算法可以被配置为检测在图像中在隔膜上方示出的肋骨,并确定这些肋骨的数量。可以使用分割算法来执行肋骨的检测。

[0024] 准直参数的确定可以包括确定图像的视场的边界与覆盖目标解剖结构(诸如肺野)而没有欠准直或过度准直的最佳准直边界之间的距离。准直参数可以被配置为允许检测医学图像中的欠准直和过度准直。过度准直的图像仅示出了目标解剖结构(诸如肺野)的一部分,使得仅一部分必要信息可用于执行诊断。另一方面,欠准直的图像示出了不需要被成像以执行诊断的身体部分,使得这些身体部分暴露于辐射,这可以通过适当的准直来避免。

[0025] 视场位置参数可以是图像的视场相对于覆盖目标解剖结构而没有欠准直或过度准直的最佳视场的位置的参数。

[0026] 其他质量度量可以包括但不限于:(a)指示预定解剖结构或最少量的解剖结构在图像中是否可见(例如,一个或两个肩胛骨在成像的肺野中是否可见)的度量、以及(b)指示全等解剖结构(例如股骨髁)之间的重叠百分比的度量。全等解剖结构可以被定义为对称或几乎相同的结构。可以有利的是,特别是对于二维投影图像,使一致的解剖结构相对于其轮廓重叠或基本上重叠。这可以增加诊断的可靠性。

[0027] 根据另一实施例,所述系统被配置为针对所述图像中的一幅或多幅,基于所确定的组合质量度量来确定表示用于使用所述成像单元的成像条件的改变的参数或状态变量。作为示例,状态变量表示医学成像单元的操作状态。此外,表示成像条件的改变的参数的示例是但不限于:(a)医学成像单元的操作参数,(b)身体部分相对于医学成像单元的部件的位置和/或取向的参数,以及(c)两个或更多个身体部分相对于彼此的位置和/或取向的参数。

[0028] 作为示例,成像条件的改变可以是身体部位相对于成像单元的部件的位置和/或取向的改变和/或身体部位相对于彼此的位置和/或取向的改变。额外地或替代地,成像条件的改变是成像单元的操作参数的改变,诸如准直器的位置、X射线管和/或X射线敏感探测器的倾斜、抗散射栅格的位置、或是否使用抗散射栅格、患者支撑设备的几何配置(诸如弯曲单元的几何配置)。

[0029] 改变的成像条件可以引起图像质量度量中的一个或多个的改变。换句话说,系统可以为用户或医学成像单元提供推荐以适配成像条件,以便获得所述组合质量度量的改变。

[0030] 根据另一实施例,所述图像质量度量的所述确定包括对所述医学图像的至少部分进行分割。额外地或替代地,所述确定包括将所述医学图像与图集配准。可以使用经分割的图像来执行图像数据与图集的配准。图像分割可以被配置为确定一幅或多幅图像区域。可以使用数据处理系统和/或使用数据处理系统从其接收数据的另一数据分析系统来执行分割。

[0031] 医学图像的分割可以使用以下分割技术中的一种或组合来执行:阈值处理、区域生长、分水岭变换、边缘检测、形状模型、外观模型以及使用与图形用户接口的用户交互的手动分割。额外地或替代地,可以使用人工神经网络来执行分割。可以自动地或交互地(即,需要用户干预)执行分割。在交互式分割中,计算机系统可以接收指示图像区域的位置、取向和/或外部轮廓的一个或多个参数的用户输入。可以使用特别是通过交互式分割来执行的经分割的图像来训练人工神经网络。

[0032] 图集可以包括一个或多个身体部分的统计平均解剖图。图集的至少部分可以指示或可以表示身体的一部分(特别是身体的解剖部分)的二维或三维形状。作为示例,图集的至少部分可以指示或可以表示身体的一个或多个解剖或功能部分的三维外表面。作为示例,身体的解剖部分可以是一个或多个骨骼和/或骨骼的一个或多个部分。

[0033] 可以基于从多个人体采集的解剖数据来生成图集。可以使用医学成像单元(诸如X射线成像单元、磁共振断层摄影单元和/或超声成像单元)来采集解剖数据。用于生成图集数据的人体可以共享共同的特征或特征范围,诸如性别、年龄、种族、身体大小、体重和/或病理状态。

[0034] 本公开涉及一种用于分析医学图像数据的系统,所述医学图像数据表示多幅医学图像,所述多幅医学图像中的每幅是二维图像或三维图像。所述医学图像是使用一个或多个医学成像单元从一个或多个人类对象采集的,其中,所述医学成像单元中的每个被配置为采集医学图像。所述系统包括数据处理系统,所述数据处理系统被配置为针对所述医学图像中的每幅,读取和/或生成一个或多个质量度量。所述数据处理系统还被配置为经由所述用户接口针对所述图像的至少部分接收指示针对所述相应图像的用户指定的质量评级的用户输入。所述数据处理系统还被配置为:(a) 基于所述图像质量度量并基于所述用户输入来确定或调整用于确定组合质量度量的算法;和/或(b) 确定或调整用于对所述图像进行分类或选择所述图像的部分的算法,其中,所述分类或所述选择基于所述用户输入并且基于所述组合质量度量。所述组合质量度量取决于所述图像质量度量之间的相互作用对它们在所述组合质量度量上的组合影响。

[0035] 所述数据处理系统可以被配置为从存储在数据处理系统的存储设备中的一个或多个文件读取质量度量的至少部分。额外地或替代地,所述数据处理系统可以被配置为使用分析算法来确定所述质量度量的至少部分,所述分析算法使用所述医学图像数据的至少部分作为输入。所述分析算法可以包括但不限于分割算法、用于将图像与图集配准的配准算法、分类器、机器学习算法中的一个或其组合。机器学习算法可以被配置用于监督和/或无监督学习。具体地,机器学习算法可以是人工神经网络(ANN)。

[0036] 额外地或替代地,所述数据处理系统可以被配置为经由数据存储系统的用户接口和/或从另一数据处理系统接收质量度量的至少部分。所述数据处理系统可以自动地或交互地(即,需要用户干预)确定图像质量度量。

[0037] 指示用户指定的质量评级的用户输入可以包括多个预定义水平中的一个。可以由用户接口接收用户输入。所述用户接口可以包括但不限于以下中的一个或其组合:键盘、计算机鼠标、触摸控件、语音控件和/或手势控件。

[0038] 用于对图像进行分类的算法可以是用于将图像中的每幅分类到多个预定义类别中的一个或多个中的算法。分类可以包括二值分类数据和/或概率分类数据。概率分类数据可以被定义为包括预定义类别中的一个或多个的一个或多个概率值的数据。二值分类数据可以被定义为针对预定义类中的一个或多个包括指示图像是类别的成员的值的或图像不是类别的成员的值的的数据。

[0039] 预定义类别可以包括诊断图像的类别和/或非诊断图像的类别。预定义类别可以由诊断图像的类别和非诊断图像的类别表示。

[0040] 用于选择的算法可以例如是用于选择诊断图像的一部分的算法。在替代实施例中,用于选择的算法是用于选择非诊断图像的算法。

[0041] 根据另一实施例,确定用于确定组合质量度量的算法和/或确定用于对图像进行分类的算法包括训练机器学习算法,特别是人工神经网络(ANN)。人工神经网络可以包括输入层、一个或多个中间层和输出层。人工神经网络可以被配置为卷积神经网络,特别是深度卷积神经网络。

[0042] 根据另一实施例,所述系统被配置为经由所述用户接口显示,指示所述图像的至少部分的所述组合质量度量的输出。额外地或替代地,所述系统可以被配置为显示指示所述医学图像的分类的输出,所述输出基于所述组合质量度量对所述医学图像进行分类。所述输出可以指示概率分类数据和/或二值分类数据。所述分类可以由所述数据处理系统基于所述指示用户指定的质量评级的用户输入来确定和/或调整。

[0043] 根据实施例,所述数据处理系统被配置为经由所述用户接口接收对所述医学图像中的一幅或多幅的用户指定的选择,以便输入指示针对所述图像的所述用户指定的质量评级的所述用户输入,其由所述用户指定的选择所选择。可以经由图形用户接口(特别是经由图形用户接口的计算机鼠标)来接收所述用户指定的选择。所述数据处理系统可以被配置为响应于所述选择而请求所述用户输入指示针对所选择的一幅或多幅图像的所述用户指定的质量评级的用户输入。

[0044] 根据实施例,所述系统被配置为针对所述图像的至少部分输出指示相应图像的一幅或多幅图像质量度量的输出。

[0045] 根据另一实施例,所述系统被配置为经由所述用户接口输出指示所述图像质量度量中的一幅或多幅图像质量度量的坐标系的图形表示。所述图形表示可以使用图形用户接口来显示。所述图形表示可以显示在所述数据处理系统的显示设备上。对于所述图像中的一幅或多幅,所述图形表示还可以指示所述相应图像与所述坐标系之间的空间关系。对于所述图像中的每幅,所述图形表示可以包括表示图像的图形表示,诸如一个或多个图标,其中,表示所述图像的所述图形表示相对于所述坐标系的位置和/或取向指示相应图像的图像质量度量。

[0046] 对于图像中的每幅并且对于用于形成坐标系的图像质量度量,空间关系可以指示相应图像的图像质量度量的值。所述空间关系可以是一维、二维或三维空间关系。

[0047] 根据实施例,所述数据处理系统被配置为经由所述用户接口接收对所述图形表示指示其空间关系的所述图像中的一幅或多幅的用户指定的选择。用户接口可以被配置为其中,一个或多个区域是用户可选择图形用户接口。可选择区域可以显示在数据处理系统的显示设备上,使得区域的位置和范围对于用户是视觉上可感知的。区域的空间布置可以取决于图形表示,特别是取决于图形表示所表示的空间关系。图形表示可以指示用户可选择区域。

[0048] 用户可选择区域中的每个可以是使用用户接口的计算机鼠标用户可选择的。用户可选择区域中的每个可以表示医学图像。用户可选择区域中的每个可以被布置在图像质量度量中的一个或多个的坐标系中。图形用户接口可以针对用户可选择区域中的每个来显示表示医学图像的图形表示,诸如图标,其可以通过用户输入来选择。

[0049] 作为示例,图形表示包括曲线图。曲线图可以将图像的组合质量度量示出为高度函数的离散值。

[0050] 坐标系可以是一维、二维或三维的。额外地或替代地,坐标系可以是矩形、球面或圆柱坐标系。数据处理系统可以被配置为接收指示一个或多个所选择的图像质量度量的用户输入。数据处理系统可以被配置为显示包括所选择的图像质量度量的坐标系。

[0051] 根据另一实施例,对用于对图像进行分类和/或用于确定组合质量度量的算法的确定或调整使用以下中的一个或组合来执行:最大似然模型和机器学习算法。机器学习算法可以被配置用于监督或无监督学习。可以使用支持向量机或人工神经网络来实施机器学习算法。

[0052] 根据实施例,所述系统包括一个或多个医学成像单元,其中,所述医学成像单元中的每个被配置为采集医学图像。

[0053] 本公开还涉及一种用于分析医学图像数据的计算机实施的方法,所述医学图像数据表示二维或三维医学图像,其中,所述图像是人类对象的至少部分的图像。所述方法使用数据处理系统来执行,其中,所述方法包括使用所述数据处理系统针对所述医学图像读取和/或确定多个图像质量度量。所述方法还包括使用所述数据处理系统基于所述图像质量度量自动地或交互地确定组合质量度量。所述组合质量度量的所述确定考虑所述图像质量度量之间的相互作用对它们在所述组合质量度量上的组合影响。

[0054] 本公开涉及一种用于采集和分析医学图像的方法。所述方法包括使用医学成像单元来采集医学图像,其中,所述方法还包括在前一段落中描述的用于分析所采集的医学图像的计算机实施的方法。

[0055] 本公开还涉及一种用于分析医学图像数据的计算机实施的方法,所述医学图像数据表示多幅医学图像,所述多幅医学图像中的每幅是二维图像或三维图像;其中,所述医学图像是一个或多个人类对象的部分的图像。所述方法使用数据处理系统来执行,其中,所述方法包括使用所述数据处理系统针对所述医学图像中的每幅读取和/或生成一个或多个质量度量。所述方法还包括经由所述数据处理系统的用户接口针对所述图像的至少部分接收指示针对所述相应图像的用户指定的质量评级的用户输入。所述方法还包括以下中的至少一项:(a)使用所述数据处理系统基于所述图像质量度量并基于所述用户输入来确定或调

整用于确定组合质量度量的算法;和/或(b)使用所述数据处理系统来确定或调整用于对所述图像进行分类或选择所述图像的部分的算法,其中,所述分类或所述选择基于所述用户输入并且基于所述组合质量度量。所述组合质量度量取决于所述图像质量度量之间的相互作用在它们对所述组合质量度量上的组合影响。

[0056] 本公开还涉及一种用于采集和分析医学图像的方法。所述方法包括使用一个或多个医学成像单元采集多幅医学图像;其中,所述医学成像单元中的每个被配置为采集医学图像;其中,所述方法还包括在前一段落中描述的用于分析多幅医学图像的计算机实施的方法。

[0057] 本公开涉及一种用于分析医学图像数据的程序单元,所述医学图像数据表示二维或三维医学图像,其中,所述图像是人类对象的至少部分的图像;其中,所述方法使用数据处理系统来执行。所述程序单元在由所述数据处理系统的处理器运行时适于执行使用所述数据处理系统针对所述医学图像读取和/或确定多个图像质量度量。所述程序单元在由处理器运行时还被配置为执行使用所述数据处理系统基于所述图像质量度量自动地或交互地确定组合质量度量。所述组合质量度量的所述确定考虑所述图像质量度量之间的相互作用对它们在所述组合质量度量上的组合影响。

[0058] 本公开涉及一种用于分析医学图像数据的程序单元,所述医学图像数据表示多幅医学图像,所述多幅医学图像中的每幅是二维图像或三维图像。所述医学图像是一个或多个人类对象的部分的图像。所述程序单元在由所述数据处理系统的处理器运行时适于执行使用所述数据处理系统针对所述医学图像中的每幅读取和/或生成一个或多个质量度量。所述程序单元还适于执行经由所述数据处理系统的用户接口针对所述图像的至少部分接收指示针对所述相应图像的用户指定的质量评级的用户输入。所述程序单元在由处理器运行时还适于执行以下中的至少一项:(a)使用所述数据处理系统基于所述图像质量度量并基于所述用户输入来确定或调整用于确定组合质量度量的算法;和/或(b)使用所述数据处理系统确定或调整用于对所述图像进行分类或选择所述图像的一部分的算法,其中,所述分类或所述选择基于所述用户输入并且基于所述组合质量度量。所述组合质量度量取决于所述图像质量度量之间的相互作用对它们在所述组合质量度量上的组合影响。

[0059] 本公开涉及一种计算机程序产品,其上已经存储有上述实施例中的任一项所述的计算机程序单元。

附图说明

[0060] 图1是根据示例性实施例的用于分析医学图像数据的系统的示意性图示;

[0061] 图2示意性地显示了由根据示例性实施例的系统确定的踝部射线照片的两个图像质量度量;

[0062] 图3示意性地图示了根据示例性实施例的系统的图形用户接口的图像显示窗口,其显示归一化的X射线照片;

[0063] 图4示意性地图示了组合质量度量对两个图像质量度量的依赖性,其中,组合质量度量由根据示例性实施例的系统的计算机系统计算;

[0064] 图5示意性地图示了根据示例性实施例的系统的中央计算机系统的用户接口的图形表示,其中,对于每个图像,图形表示指示组合质量度量以及相应图像的图像质量度量的

值;

[0065] 图6示意性地图示了中央计算机系统的图形用户接口的操作;并且

[0066] 图7是由根据示例性实施例的系统的计算机系统使用的人工神经网络(ANN)的示意性图示。

具体实施方式

[0067] 图1是根据示例性实施例的用于分析医学图像数据的系统1的示意图。系统1包括多个医学成像单元2a、2b、2c,多个医学成像单元2a、2b、2c中的每个被配置为使用平面投影射线照相术来采集X射线图像。医学成像单元2a、2b和2c中的每个包括辐射源3a、3b、3c和辐射敏感探测器4a、4b、4c,辐射敏感探测器4a、4b、4c被配置为探测从辐射源3a、3b、3c发射的X射线成像辐射。

[0068] 成像单元2a、2b、2c中的每个被配置为从被定位在辐射源3a、3b、3c与辐射敏感探测器4a、4b、4c之间的对象8a、8b、8c采集投影X射线图像。对于医学成像单元2a、2b、2c中的每个,系统1包括计算机系统5a、5b、5c,计算机系统5a、5b、5c由放射线技师操作,所述放射线技师将对象8a、8b、8c定位在X射线辐射源3a、3b、3c与辐射敏感探测器4a、4b、4c之间,使得使用从辐射源3a、3b、3c发射的X射线对对象8a、8b、8c的身体部分进行成像。

[0069] 如图1所示,对象8a、8b、8c的被成像身体部分可以是对象8a、8b、8c的胸部,使得使用医学成像单元2a、2b、2c生成的图像数据表示胸部射线照片。然而,还可以想到,所采集的图像数据表示其他身体部分,诸如踝部、膝盖、肩部、肘部、手腕、臀部或脊柱。

[0070] 系统1还包括中央计算机系统7,中央计算机系统7可以例如由放射科医师操作。中央计算机系统7可以是接收使用医学成像单元2a、2b和2c采集的所有图像以供放射科医师分析的专用服务器。计算机系统经由计算机网络与彼此进行信号通信,所述计算机网络可以包括LAN 6(局域网)和/或互联网。

[0071] 医学成像单元2a、2b和2c中的每个被配置为针对所采集的图像中的每幅,基于相应图像的图像数据来确定多个图像质量度量。成像质量度量的确定可以自动地或半自动地(即,需要用户干预)执行。所有图像质量度量中的一个或多个可以指示被成像对象8a、8b、8c的被成像身体部分相对于医学成像单元2a、2b、2c的部件的位置和/或取向,或可以是被成像对象8a、8b、8c的被成像身体部分相对于医学成像单元2a、2b、2c的部件的位置和/或取向的参数。该部件可以包括X射线辐射源3a、3b、3c和/或辐射敏感探测器4a、4b、4c的至少部分。

[0072] 图2是由成像单元2a、2b和2c(图1所示)中的一个采集的踝部的X射线照片的示意性图示。在踝部的一些X射线检查中,如果围绕胫骨的纵向轴线的旋转角度(在图2中指定为 α)以及踝部的弯曲角度(即,背屈和前屈的角度,其在图2中指定为 β)在预定范围内,使得射线照片表现出诊断特征(诸如关节空间),这允许放射科医师基于射线照片进行医学诊断。此外,这些参数不在预定范围内的射线照片可能显示伪影,这可能使得难以或甚至不可能进行可靠的诊断。因此,这些参数表示图像质量度量,其可以用于确定射线照片是否具有诊断图像质量。

[0073] 应当注意,这些图像质量度量仅是示例,并且本发明不限于这些图像质量度量。具体地,图像质量度量以及图像质量度量的预定义范围和/或最佳值可以取决于被成像身体

部分和/或旨在基于射线照片进行的特定诊断。

[0074] 可以使用应用于图像的图像处理来执行图像质量度量中的一个或多个或全部的确定。图像处理可以包括图像的分割。医学图像的分割可以使用以下分割技术中的一种或组合来执行：阈值处理、区域生长、分水岭变换、边缘检测、使用形状模型、使用外观模型以及使用与图形用户接口的用户交互的手动分割。额外地或替代地，可以使用人工神经网络来执行分割。可以使用手动分割来训练人工神经网络。可以自动地或交互地（即，需要用户干预）执行分割。在交互式分割中，计算机系统可以接收指示图像区域的位置、取向和/或外部轮廓的一个或多个参数的用户输入。

[0075] 分割可以产生一个或多个经分割的图像区域和/或一个或多个轮廓。图像区域和/或轮廓可以是二维的。在三维图像中，图像区域或轮廓可以是三维的。图像区域或轮廓的至少部分可以表示身体的解剖或功能部分或其表面。身体的解剖部分可以是身体的骨骼结构和/或组织结构。身体的功能部分可以是执行解剖功能的身体的部分。

[0076] 额外地或替代地，图像质量度量的确定可以包括将图像的至少部分与图集配准。数据处理系统可以被配置为从图像中提取用于将图像与图集配准的特征。可以使用图像处理来提取特征。可以基于图像的分割来执行图集配准。额外地或替代地，可以基于使用计算机系统在图像中检测到的标志来执行图集配准。

[0077] 图像的分割可以被配置为提取身体的一部分（诸如身体的解剖或功能部分）的位置的一个或多个参数、取向的一个或多个参数和/或范围和/或形状的一个或多个参数。图集配准可以使用所提取的参数中的一个或多个来将图像与图集配准。

[0078] 发明人已经表明，图集配准导致图像质量度量的更可靠确定。由此，基于所确定的图像质量度量来确定并且将在下面更详细地解释的组合质量度量可以更准确地指示图像是否具有诊断图像质量。然而，也已经表明可以在不使用分割和图集配准技术的情况下获得足够的准确度。

[0079] 计算机系统5a、5b和5c（图1所示）中的每个被配置为经由图形用户接口向用户显示图像。计算机系统还可以与图像同时显示图形表示，所述图形表示至少部分地指示用于将图像与图集配准的一个或多个特征。

[0080] 图3是图形用户接口的图像显示窗口27的示意性图示，示出了膝关节的X射线图像25和指示骨骼（即，胫骨、腓骨、髌骨和股骨）的外部轮廓的图形表示26。在所图示的示例性实施例中，计算机系统使用这些外部轮廓的至少部分来将图像与图集配准。指示已经用于将图像与图集配准的参数的图形表示（例如，如图3所示）允许用户验证计算机系统是否已经正确地确定图像质量参数。

[0081] 计算机系统5a、5b和5c中的每个被配置为针对医学图像中的每幅，基于相应图像的图像质量度量来确定至少一个组合质量度量。作为示例，组合质量度量包括基于图像质量度量的计算值计算的参数、向量和/或状态变量。组合质量度量可以是图像质量度量的函数。该函数可以包括存储在计算机系统5a、5b、5c中的分析函数和/或列表函数。

[0082] 发明人已经发现，图像质量度量在其对图像质量的影响中相互作用，图像质量度量是医学图像用于医学诊断的适用性的度量。

[0083] 作为示例，对于踝部射线照片（诸如图2所示的射线照片），发明人已经发现，围绕胫骨的纵向轴线LA的旋转角度 α 的更大偏差可以通过踝部的弯曲角度 β 的更小偏差来补偿。

换句话说,对于其中弯曲角度 β 与最佳弯曲角度的偏差相对小的图像,围绕胫骨的纵向轴线的旋转角度 α 可以具有与最佳旋转角度的相对大的偏差。

[0084] 额外地或替代地,对于其中围绕胫骨的纵向轴线的旋转角度 α 与最佳旋转角度的偏差相对小的图像,踝部的弯曲角度 β 可以具有与最佳弯曲角度的相对大的偏差。

[0085] 发明人还表明考虑图像质量度量之间的这种相互作用的组合质量度量允许图像是否具有诊断质量的更准确确定。

[0086] 在图4中示意性地图示了考虑图像质量度量之间的相互作用的这种组合质量度量的特性。图4的示意图示出了相等高度的轮廓线10,其表示第一图像质量度量(由x轴8表示)和第二图像质量度量(由y轴9表示)的组合,为此组合质量度量具有恒定值。在图4的示例性实施例中,第一图像质量度量(由x轴8表示)是围绕胫骨的纵向轴线的旋转角度(在图2中指定为 α),并且第二图像质量度量(由y轴9表示)是踝部的弯曲角度(在图2中指定为 β)。然而,应当注意,本发明不限于图像质量度量的这种组合。每个图像质量度量具有最佳值,其在图4中由线13和14图示。

[0087] 由于计算机系统5a、5b和5c(图1所示)针对所采集的图像中的每幅确定弯曲角度 β 和围绕胫骨的纵向轴线的旋转角度 α ,因此在图4的示意图中,每个图像表示点(诸如点15、16、17和18)。由轮廓线10表示的组合质量度量的值被选择为表示将第一区域19与第二区域20分开的限制。第一区域19表示对于其来说第一图像质量度量和第二图像质量度量为使得图像适合于诊断的图像。第二区域20表示对于其来说第一图像质量度量和第二图像质量度量为使得图像不适合于诊断的图像。

[0088] 因此,由轮廓线10表示的限制表示用于基于组合质量度量选择图像的标准。

[0089] 由于由点15、16和17表示的图像在由轮廓线10限制的区域内或在轮廓线10处,因此这些图像具有诊断图像质量。另一方面,图像18在轮廓线10之外,使得该图像具有非诊断图像质量。

[0090] 由于组合质量参数的轮廓线10偏离矩形11的形状,因此围绕胫骨的纵向轴线的旋转角度(图2中的参数 α)可接受的范围12取决于踝部的弯曲角度(图2中的参数 β)的值。具体地,通过比较图4所示的图像15和16可以看出,弯曲角度(例如在图像16中)与其最佳值14的更小偏差允许围绕胫骨的纵向轴线的旋转角度与其最佳值13的更大偏差。从图4可以进一步看出,这种情况不同于为每个图像质量度量定义固定限制的情况(由矩形11表示)。

[0091] 计算机系统5a、5b和5c(图1所示)中的每个被配置为经由用户接口向放射线技师输出组合质量度量或基于组合质量度量确定的输出。这允许放射线技师看到图像是否适合于诊断,使得如果需要,可以采集重复图像。由于组合质量度量的确定是基于计算的图像质量和度量自动执行的,因此当采集射线照片时,不需要放射科医师在场。

[0092] 输出还可以被配置为使得它指示成像条件的变化,使得所得到的图像适合于(或更适合于)诊断。

[0093] 作为示例,对于图4所示的图像18,存在与最佳旋转角度14的相对大的偏差和与最佳弯曲角度13的相对小的偏差。然而,由于组合质量度量考虑图像质量度量之间的相互作用,因此仅需要近似相等量的两个角度的小校正(如通过箭头25所指示的)用于获得适合于诊断的图像24。

[0094] 所确定的图像质量度量和组合质量度量从计算机系统5a、5b和5c(图1所示)传输

到中央计算机系统7,用于放射科医师执行进一步分析。

[0095] 计算机系统7包括允许放射科医师审阅使用成像单元2a、2b和2c采集的多个图像的所确定的组合质量度量的用户接口。基于该审阅,中央计算机系统7和/或计算机系统5a、5b和5c能够调整用于确定组合质量度量的算法,或能够调整用于基于组合质量度量确定图像是否是诊断图像的算法。

[0096] 因此,中央计算机系统7被配置为基于(由放射科医师提供的)一幅或多幅图像的用户指定的质量评级来确定指示用于基于组合质量度量来选择图像(诸如诊断图像)的标准的的数据。此外,中央计算机系统7被配置为基于用户指定的质量评级来确定用于基于图像质量度量来确定组合质量度量的数据。由此,可以基于由放射科医师提供的用户输入来调整组合质量度量的确定。

[0097] 图5是使用中央计算机系统的图形用户接口呈现给放射科医师的图形表示的示意性图示。以与图4所示的类似方式,每个图像被图示为具有两个轴的坐标系中的图标,其中,每个轴表示图像质量度量中的一个。由此,对于每幅图像,图形表示指示相应图像与坐标系之间的空间关系。如图5中进一步所示,每个图标指示相应图像的组合质量度量,因为每个图标具有指示组合质量度量的水平的形状:圆圈表示指示高图像质量的组合质量度量的值,正方形表示指示中等水平图像质量的组合质量度量的值,并且六边形表示指示低图像质量的组合质量度量的值。由此,输出指示组合质量度量。

[0098] 可以想到,对于图像中的每幅,相应图像的组合质量度量由其他手段(诸如以不同颜色显示或包括数字的图标)指示。

[0099] 还可以想到,坐标系是一个单个图像质量度量的一维坐标系,或坐标系是三维空间坐标系。还可以想到,使用颜色编码、图标和/或数字图示一个或多个维度,使得可以提供多于三个图像质量度量的图形表示。图形用户接口可以被配置为接收用于选择一幅或多幅图像质量度量的用户输入,所述一幅或多幅图像质量度量用于生成图形表示。额外地或替代地,中央计算机系统可以被配置为基于预定义准则自动地或交互地(即,需要用户干预)确定一幅或多幅图像质量度量。所述预定义准则可以取决于目标诊断。

[0100] 中央计算机系统的图形用户接口还被配置为使得放射科医师可以选择图像中的一幅或多幅。作为示例,图形用户接口可以被配置为使得每个图标指示图形用户接口的用户可选择区域。用户可选择区域可以是使用数据处理系统的计算机鼠标可选择的。响应于该选择,中央计算机系统显示所选择的图像,允许放射科医师查看所确定的组合质量度量是否充分指示、图像是否适合于诊断。

[0101] 因此,数据处理系统可以被配置为经由图形用户接口接收对一幅或多幅医学图像的用户指定的选择。响应于用户指定的选择,中央计算机系统向用户显示所选择的一幅或多幅图像,并且请求用户输入针对所选择的一幅或多幅医学图像中的每幅指示针对相应图像的用户指定的质量评级的用户输入。

[0102] 以相同的方式,如已经结合图3所讨论的,图形用户接口可以显示指示已经用于将图像与图集配准的参数的图形表示。使用图形表示来显示图像允许放射科医师更容易地检查图像是否具有诊断图像质量。

[0103] 额外地或替代地,中央计算机系统可以被配置为使用一个或多个刚性变换将医学图像与图集配准。中央计算机系统还可以被配置为使用图形用户接口向用户显示经变换图

像的至少部分。

[0104] 刚性变换可以包括图像的旋转变换、缩放变换和/或平移。由于图集具有固定的位置、取向和比例,因此将刚性变换应用于多个不同的图像生成解剖结构的表示,其在这些图像之间是相干的。因此,使用这些刚性变换使得放射科医师更容易比较图像,并且从而更容易识别图像内的异常。这允许由放射科医师进行的对图像质量的更省时且更可靠的查看。

[0105] 图6更详细地示意性地图示了中央计算机系统7(图1所示)的图形用户接口的操作。在所图示的示例性实施例中,图形用户接口被配置为显示指示组合质量度量的限制的图形表示21。该限制可以指示组合质量度量的值的范围,对于所述组合质量度量的值的范围,图像具有诊断图像质量。因此,所述限制是用于将图像分类为两个或更多个类别(即,诊断和非诊断)的图形表示。

[0106] 因此,类似于已经结合图4所讨论的,图6中的图形表示21指示组合质量参数的限制21,其将具有诊断图像质量的图像与具有非诊断图像质量的图像分开。

[0107] 如上面已经结合图4进一步解释的,限制的图形表示21(在图6中示出)不具有矩形的形状,因为组合质量度量在其对组合质量度量的影响中考虑了图像质量度量之间的相互作用。

[0108] 图形表示21允许放射科医师选择接近限制的那些图像以便检查限制是否表示诊断质量的图像与非诊断质量的图像之间的充分分开。图形用户接口被配置为使得放射科医师可以使用鼠标光标选择图像,并且中央计算机系统7响应于该选择而向用户显示图像选择的图像。

[0109] 如在图6中进一步示意性地图示的。由于图形用户接口允许选择接近所确定的质量阈值21的图像,因此更容易基于大量图像来确定所计算的组合质量度量和所确定的阈值21是否充分地指示图像是否是诊断性的。具体地,放射科医师更容易选择需要提供用户指定的质量评级的那些图像,以便高效地适配用于确定组合质量度量的算法和/或高效地适配用于确定组合质量参数的限制21的算法。

[0110] 中央计算机系统7还可以被配置为基于限制并且还基于所确定的组合质量度量来选择图像。具体地,选择可以为使得放射科医师不必确定需要查看的图像。

[0111] 中央计算机系统7还被配置为经由图形用户接口针对图像中的一幅或多幅图像接收来自放射科医师的输入,所述输入指示针对相应图像的用户指定的质量评级。特别地,用户指定的质量评级可以包括图像是否具有诊断图像质量的指示。

[0112] 基于经由用户接口接收的输入,中央计算机系统调整组合质量度量的限制(其是用于基于组合质量度量对图像进行分类的算法的示例),和/或中央计算机系统调整用于确定组合质量度量的算法。还可能的是,中央计算机系统基于用户输入来确定用于对图像进行分类的新算法和/或用于确定组合质量度量的新算法。

[0113] 用于基于组合的用户输入来选择图像的标准适配或确定和/或用于确定组合质量度量的算法的调整或确定可以包括机器学习过程,其中,用户的输入(即,图像是否适合于诊断的指示和/或用户指定的质量评级)被用作训练数据。

[0114] 额外地或替代地,可以使用降维技术(诸如核主成分分析)来执行用于基于组合的用户输入对图像进行分类的算法的确定和/或用于确定组合质量度量的算法的调整。作为示例,这样的技术可以用于通过减少要由放射科医师检查的图像的所需数量来简化限制的

确定。具体地,对于给定的限制,这些技术可以用于找到组合质量度量的限制的更低维度相空间表示。更低维度相空间表示可以便于经由图形用户接口的限制的图形图示,并且还可以使组合质量度量的限制的适配更高效。在已经适配限制之后,可以再次应用降维技术以便进一步简化相空间。

[0115] 用于对图像进行分类和/或用于确定组合质量度量的算法的确定或调整可以使用以下中的一个或组合来执行:最大似然模型和机器学习算法。机器学习算法可以被配置用于监督和/或无监督学习。可以使用支持向量机或人工神经网络来实施机器学习算法。

[0116] 具体地,可以使用以下假设来实施最大似然模型:图像质量度量跨越欧几里德空间,并且该空间中的多个预定义类别中的一个(诸如诊断图像的类别)的分布相对紧凑,并且已知函数 $f(p)$ (例如高斯正态分布)来近似它。

[0117] 根据实施例,中央计算机系统被配置为生成最大似然模型,所述最大似然模型针对欧几里德空间中的多个点 p 指示对应图像是多个预定义类别中的一个的成员的的概率。作为示例,预定义类别包括诊断图像的类别和非诊断图像的类别。中央计算机系统还可以被配置为将阈值 Θ 用于针对图像质量度量的组合决定对应的图像是哪个类别的成员(例如,如果 $f(p) > \Theta$ 则为诊断,或如果 $f(p) \leq \Theta$ 则为非诊断)。对应的边界可以表示马氏距离。

[0118] 可以使用支持向量机和/或人工神经网络来实施使用机器学习的分类算法。可以在由Vladimir Vapnik于1995年撰写并由纽约的“Springer Science+Business Media”出版的书“The nature of statistical learning”中找到可以用于本文描述的实施例的支持向量机的描述。

[0119] 图7是人工神经网络(ANN) 119的示意性图示。ANN可以被计算机系统5a、5b和5c(图1所示)用于执行医学图像的分割以便确定组合质量度量。ANN的相同配置可以被中央计算机系统7用于确定用于确定组合质量度量的算法和/或用于确定用于对图像进行分类的算法。

[0120] 从图7可以看出,ANN 119包括多个神经处理单元120a、120b、...124b。神经处理单元120a、120b、...124b经由多个连接118连接以形成网络,多个连接118中的每个具有连接权重。连接118中的每个将ANN 119的第一层的神经处理单元连接到ANN 119的第二层的神经处理单元,ANN 119的第二层紧接在第一层之后或之前。因此,人工神经网络具有包括输入层121、至少一个中间层123(也表示为隐藏层)和输出层125的层结构。在图4A中,仅示意性地图示了中间层123中的一个。然而,预期到ANN 119可以包括多于2个或多于3个、或多于5个或多于10个中间层。具体地,ANN可以被配置为深度人工神经网络。层的数量可以少于200、或少于100、或少于50。

[0121] 在由Tom Brosch和Axel Saalbach撰写并在SPIE 10574 (Medical Imaging 2018: Image Processing, 105740U)中发布的文章“Foveal fully convolutional nets for multi-organ segmentation”中描述了可以用于本公开中描述的实施例的ANN的描述。该文章的内容出于所有目的而通过引用并入本文。

[0122] ANN可以被配置为卷积神经网络。术语“卷积神经网络”在本文中可以被定义为具有至少一个卷积层的人工神经网络。卷积层可以被定义为将卷积应用于前一层的层。卷积层可包括多个神经元,其中,每个神经元接收来自前一层的预定义区段的输入。预定义区段也可以被称为局部感受野。预定义区段的权重可以对于卷积层中的每个神经元都是相同

的。由此，卷积层可以由权重共享和字段接受的两个概念来定义。ANN可以包括一个或多个子采样层。子采样层中的每个可以被布置在相应卷积层之后（特别是紧接在相应卷积层之后）。子采样层可以被配置为沿着高度维度并且沿着宽度维度对前一卷积层的输出进行下采样。池化层之前的卷积层的数量可以是至少1个、至少2个或至少3个。层的数量可以少于100、少于50或少于20。

[0123] 在我们阐述权利要求之前，首先阐述描述本公开的某些实施例的一些突出特征的以下条款：

[0124] 1、一种用于分析医学图像数据的系统，所述医学图像数据表示已经从人类对象采集的二维或三维医学图像；其中，所述系统包括数据处理系统，所述数据处理系统被配置为：针对所述医学图像读取和/或确定多个图像质量度量；并且基于所述图像质量度量自动地或交互地确定组合质量度量；其中，所述数据处理系统被配置为使得所述组合质量度量的所述确定考虑所述图像质量度量之间的相互作用在其对所述组合质量度量上的组合影响。

[0125] 2、根据条款1所述的系统，其中，所述图像质量度量之间的所述相互作用为使得由所述质量度量中的第一质量度量的变化引起的所述组合质量度量的变化能够由其余质量度量中的一个或多个的变化来补偿。

[0126] 3、根据条款1或2所述的系统，其中，所述图像质量度量中的每个与相应的预定义最佳值或预定义最佳范围相关联；其中，所述图像质量度量之间的所述相互作用为使得所述度量中的第一度量与所述最佳范围或最佳值的增加的偏差能够由所述其余图像质量度量中的一个或多个与所述最佳范围或最佳值的减小的偏差来补偿。

[0127] 4、根据前述条款中任一项所述的系统，其中，所述质量度量中的一个或多个或每个指示被成像身体部分相对于所述成像单元的部件或相对于另一身体部分的位置的一个或多个参数和/或取向的一个或多个参数。

[0128] 5、根据前述条款中任一项所述的系统，其中，所述系统被配置为针对所述图像中的一幅或多幅，基于所确定的组合质量度量来确定表示用于使用所述成像单元的成像条件的改变的参数或状态变量；其中，所述改变的成像条件被配置为改变所述图像质量度量中的一个或多个。

[0129] 6、根据前述条款中任一项所述的系统，其中，对所述图像质量度量的所述确定包括：对所述图像的至少部分进行分割；和/或使用经分割的图像将所述图像与图集配准。

[0130] 7、一种用于分析医学图像数据的系统，所述医学图像数据表示多幅医学图像，所述多幅医学图像中的每幅是二维图像或三维图像；其中，所述医学图像是使用一个或多个医学成像单元从一个或多个人类对象采集的，其中，所述医学成像单元中的每个被配置为采集医学图像；其中，所述系统包括数据处理系统，所述数据处理系统被配置为：针对所述医学图像中的每幅，读取和/或生成一个或多个质量度量；并且经由所述用户接口针对所述图像的至少部分接收指示针对所述相应图像的用户指定的质量评级的用户输入；其中，所述数据处理系统还被配置为：(a) 基于所述图像质量度量并基于所述用户输入来确定或调整用于确定组合质量度量的算法；和/或 (b) 确定或调整用于对所述图像进行分类或选择所述图像的一部分的算法，其中，所述分类或所述选择基于所述用户输入并且基于所述组合质量度量；其中，所述组合质量度量取决于所述图像质量度量之间的相互作用对它们在所

述组合质量度量上的组合影响。

[0131] 8、根据条款7所述的系统,其中,所述系统被配置为经由所述用户接口显示:指示所述图像的至少部分的所述组合质量度量的输出;和/或指示所述医学图像的分类的输出,所述输出基于所述组合质量度量对所述图像进行分类。

[0132] 9、根据条款7或8中任一项所述的系统,其中,所述系统被配置为经由所述用户接口输出指示所述图像质量度量中的一个或多个的坐标系的图形表示;其中,对于所述图像中的一幅或多幅,所述图形表示还指示所述相应图像与所述坐标系之间的空间关系。

[0133] 10、根据条款7至9中任一项所述的系统,其中,所述数据处理系统被配置为经由所述用户接口接收对所述图像中的一幅或多幅的用户指定的选择,以便输入指示由所述用户指定的选择所选择的所述图像的所述用户指定的评级的所述用户输入。

[0134] 11、一种用于分析医学图像数据的计算机实施的方法,所述医学图像数据表示二维或三维医学图像,其中,所述图像是人类对象的至少部分的图像;其中,所述方法使用数据处理系统来执行,其中,所述方法包括:使用所述数据处理系统针对所述医学图像读取和/或确定多个图像质量度量;并且使用所述数据处理系统来基于所述图像质量度量自动地或交互地确定组合质量度量;其中,所述组合质量度量的所述确定考虑所述图像质量度量之间的相互作用对所述组合质量度量的组合影响。

[0135] 12、一种用于分析医学图像数据的计算机实施的方法,所述医学图像数据表示多幅医学图像,所述多幅医学图像中的每幅是二维图像或三维图像;其中,所述医学图像是一个或多个人类对象的部分的图像;其中,所述方法使用数据处理系统来执行,其中,所述方法包括:使用所述数据处理系统针对所述医学图像中的每幅读取和/或生成一个或多个质量度量;经由所述数据处理系统的用户接口针对所述图像的至少部分接收指示针对所述相应图像的用户指定的质量评级的用户输入;其中,所述方法包括以下中的至少一项:(a)使用所述数据处理系统基于所述图像质量度量并基于所述用户输入来确定或调整用于确定组合质量度量的算法;和/或(b)使用所述数据处理系统确定或调整用于对所述图像进行分类或选择所述图像的部分的算法,其中,所述分类或所述选择基于所述用户输入并且基于所述组合质量度量;其中,所述组合质量度量取决于所述图像质量度量之间的相互作用对它们在所述组合质量度量上的组合影响。

[0136] 13、一种用于分析医学图像数据的程序单元,所述医学图像数据表示二维或三维医学图像,其中,所述图像是人类对象的至少部分的图像;其中,所述方法使用数据处理系统来执行,其中,所述程序单元在由所述数据处理系统的处理器运行时适于执行:使用所述数据处理系统针对所述医学图像读取和/或确定多个图像质量度量;并且使用所述数据处理系统基于所述图像质量度量自动地或交互地确定组合质量度量;其中,所述组合质量度量的所述确定考虑所述图像质量度量之间的相互作用对它们在所述组合质量度量上的组合影响。

[0137] 14、一种用于分析医学图像数据的程序单元,所述医学图像数据表示多幅医学图像,所述多幅医学图像中的每幅是二维图像或三维图像;其中,所述医学图像是一个或多个人类对象的部分的图像;其中,所述程序单元在由所述数据处理系统的处理器运行时适于执行:使用所述数据处理系统针对所述医学图像中的每幅读取和/或生成一个或多个质量度量;经由所述数据处理系统的用户接口针对所述图像的至少部分接收指示针对所述相应

图像的用户指定的质量评级的用户输入；其中，所述程序单元在由所述处理器运行时还被配置为执行以下中的至少一项：(a) 使用所述数据处理系统基于所述图像质量度量并基于所述用户输入来确定或调整用于确定组合质量度量的算法；和/或 (b) 使用所述数据处理系统确定或调整用于对所述图像进行分类或选择所述图像的一部分的算法，其中，所述分类或所述选择基于所述用户输入并且基于所述组合质量度量；其中，所述组合质量度量取决于所述图像质量度量之间的相互作用对它们在所述组合质量度量上的组合影响。

[0138] 15、一种计算机程序产品，其上已经存储有根据条款13和/或条款14所述的计算机程序单元。

[0139] 如所描述的以上实施例仅是图示性的，并不旨在限制本发明的技术方法。尽管参照优选实施例详细地描述了本发明，但是本领域技术人员应理解，本发明的技术方法能够被修改或被相当地替换而不脱离本发明的权利要求的保护范围。特别地，尽管已经基于投影射线照片描述了本发明，但是本发明可以应用于产生投影图像的任何成像技术。在权利要求书中，“包括”一词不排除其他元件或步骤，并且词语“一”或“一个”不排除多个。权利要求中的任何附图标记都不应被解释为对范围的限制。

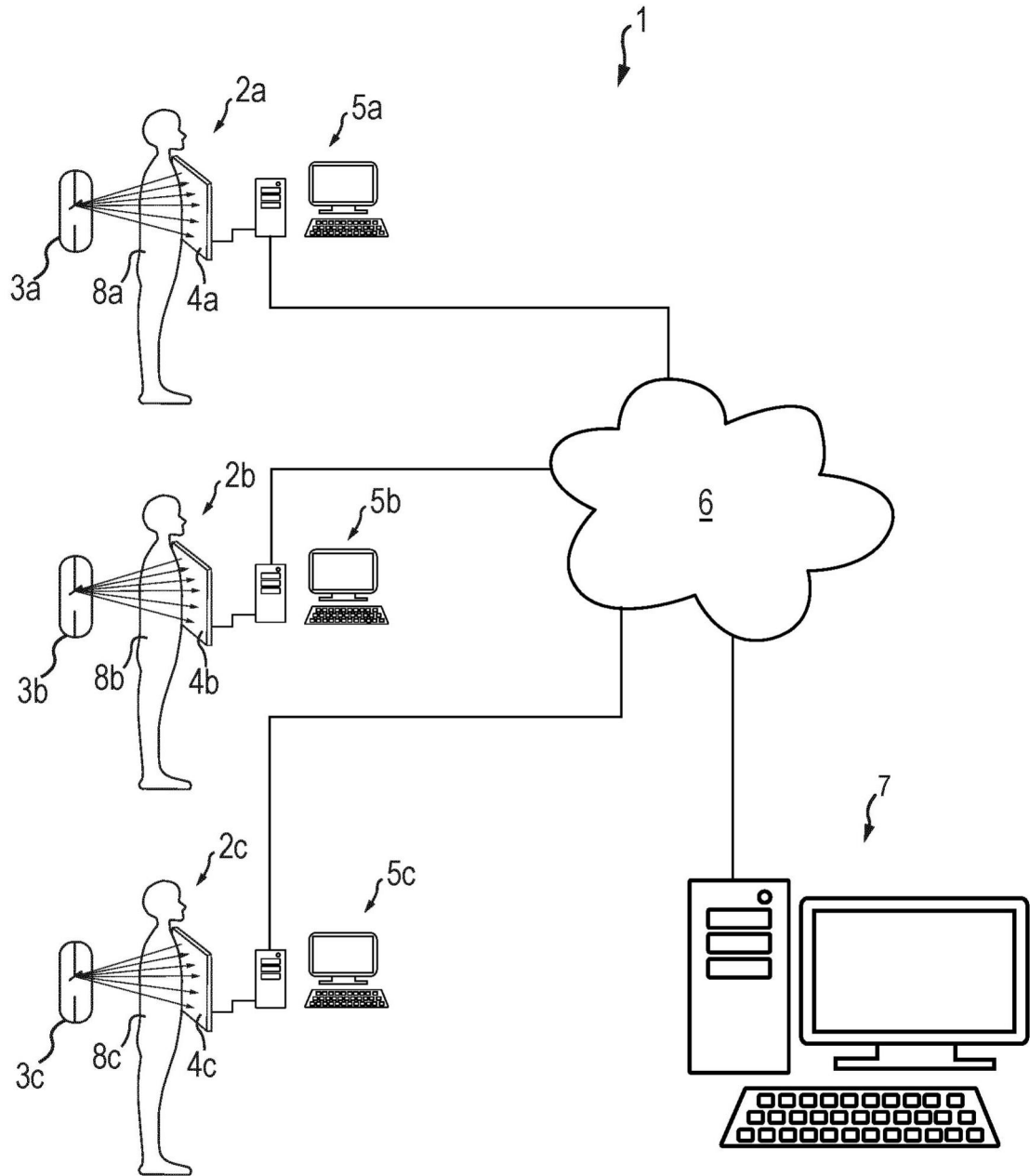


图1

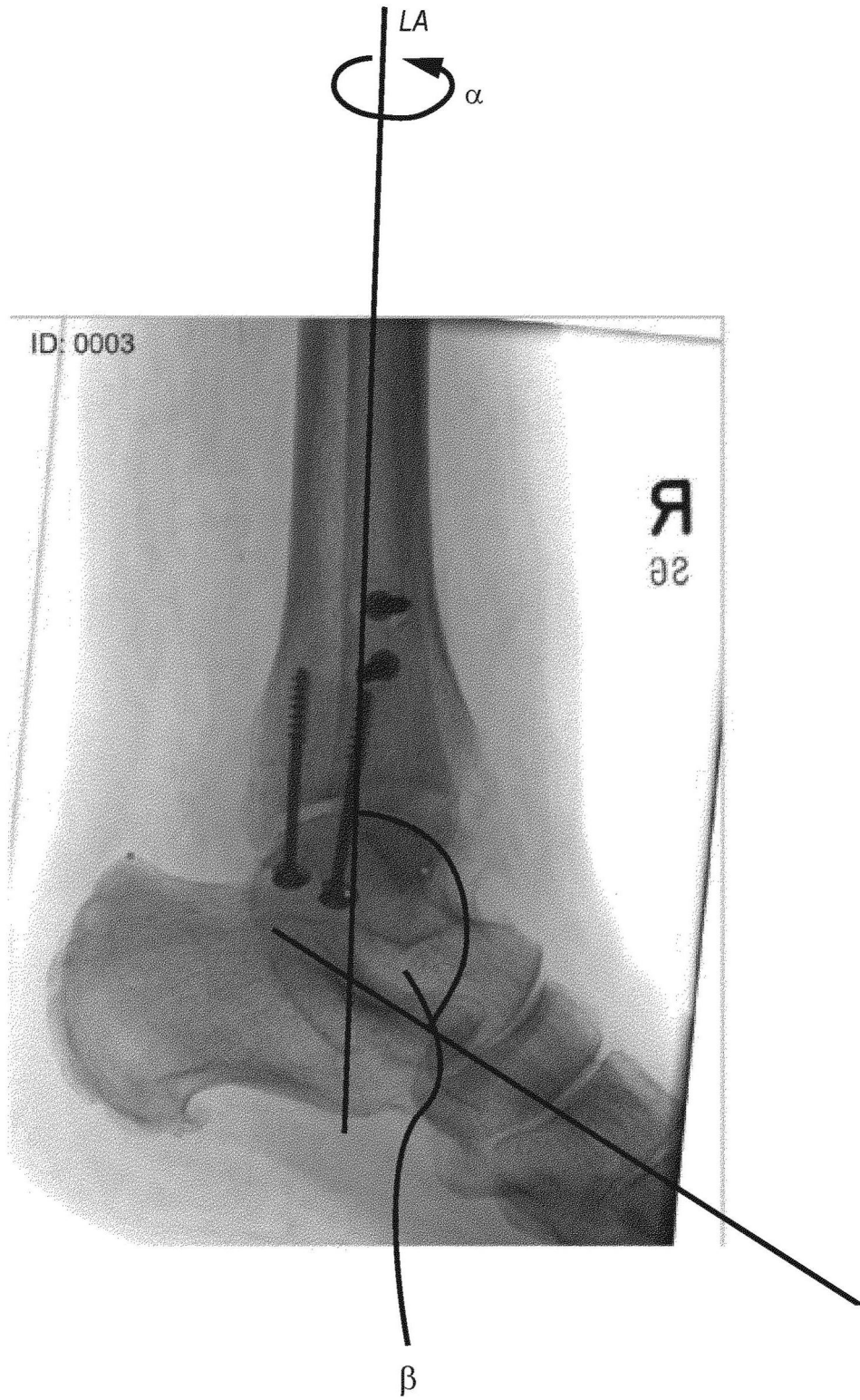


图2

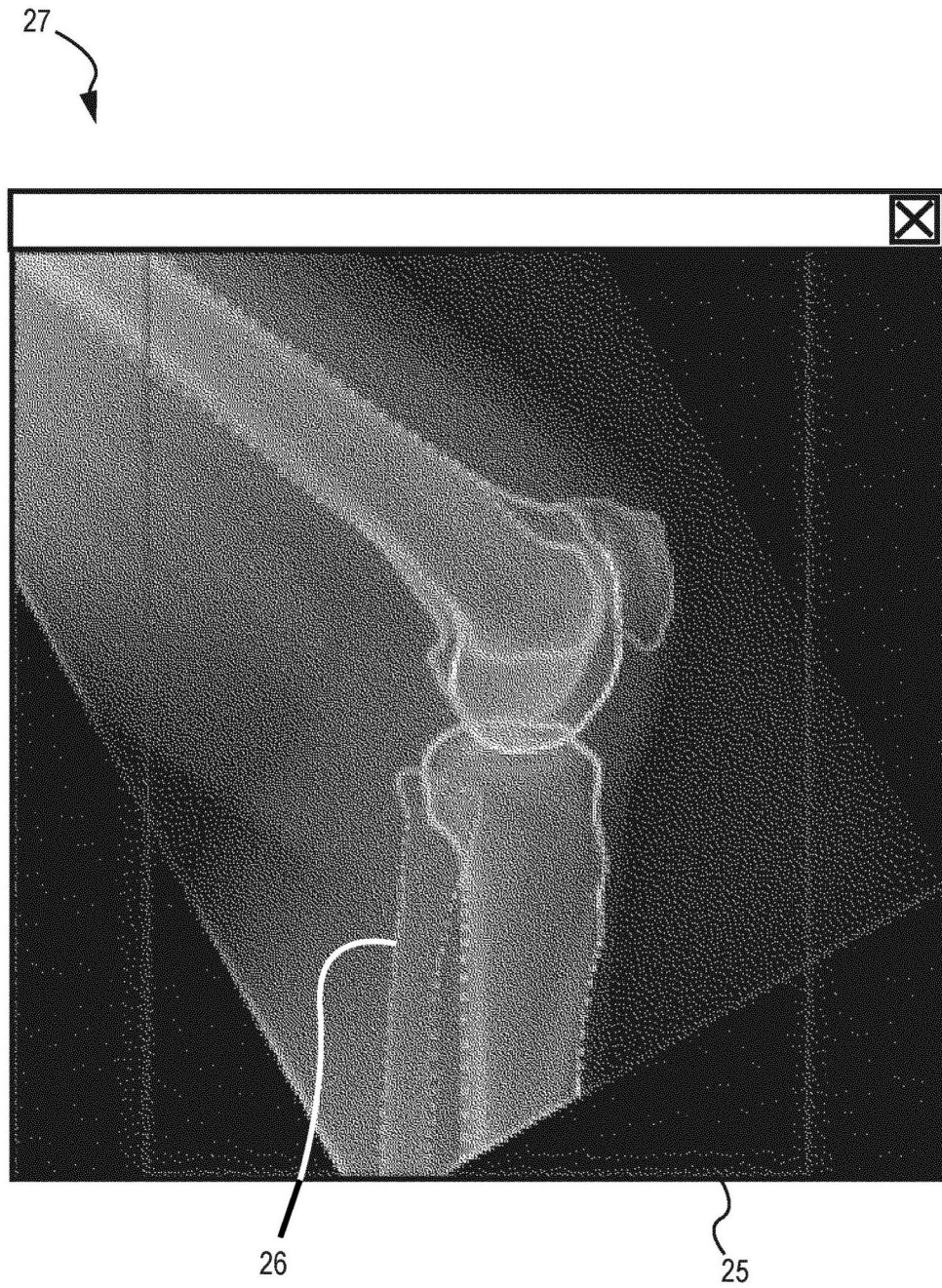


图3

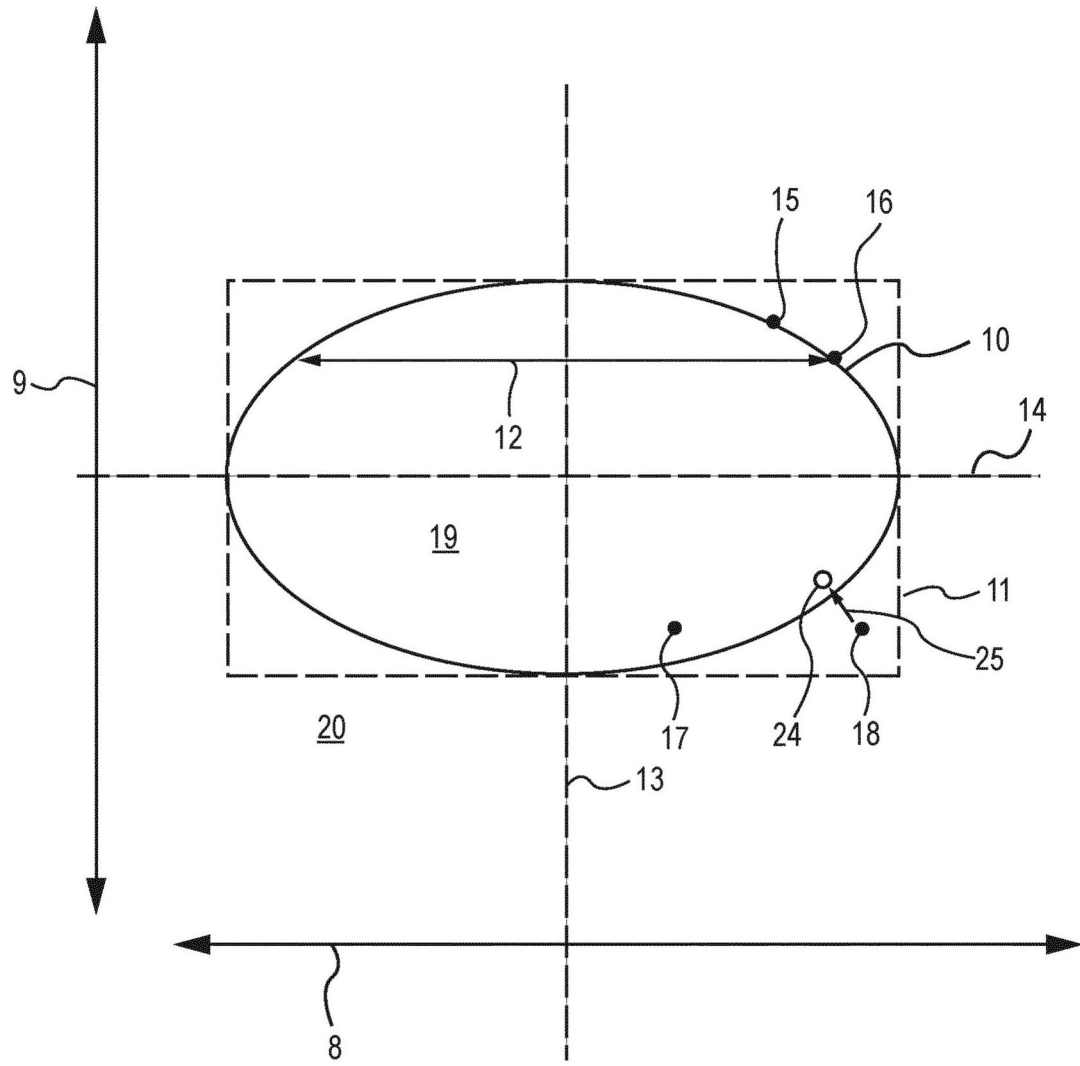


图4

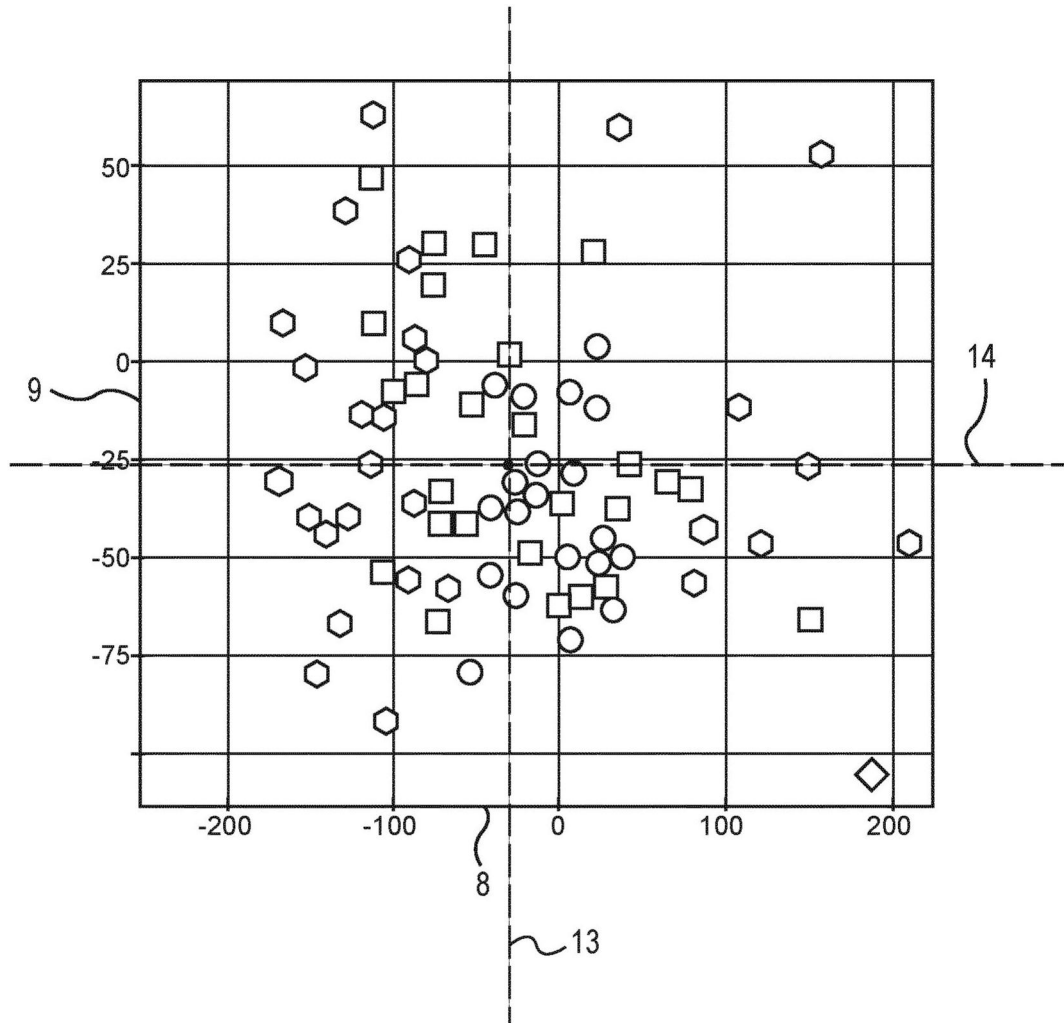


图5

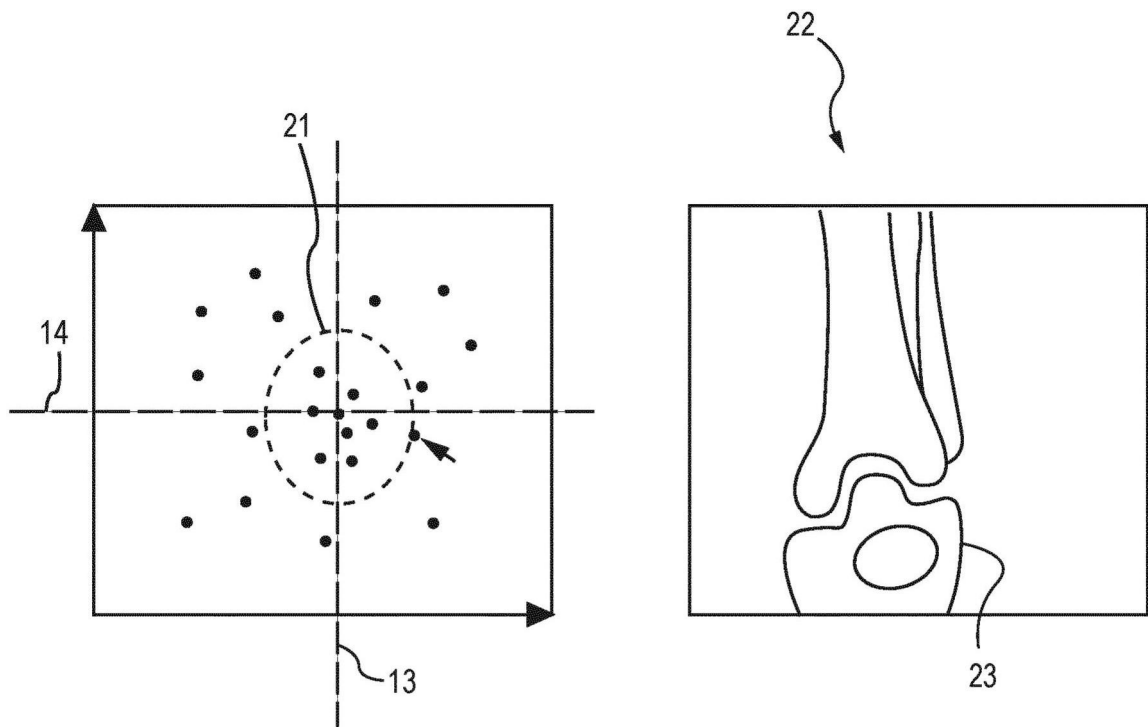


图6

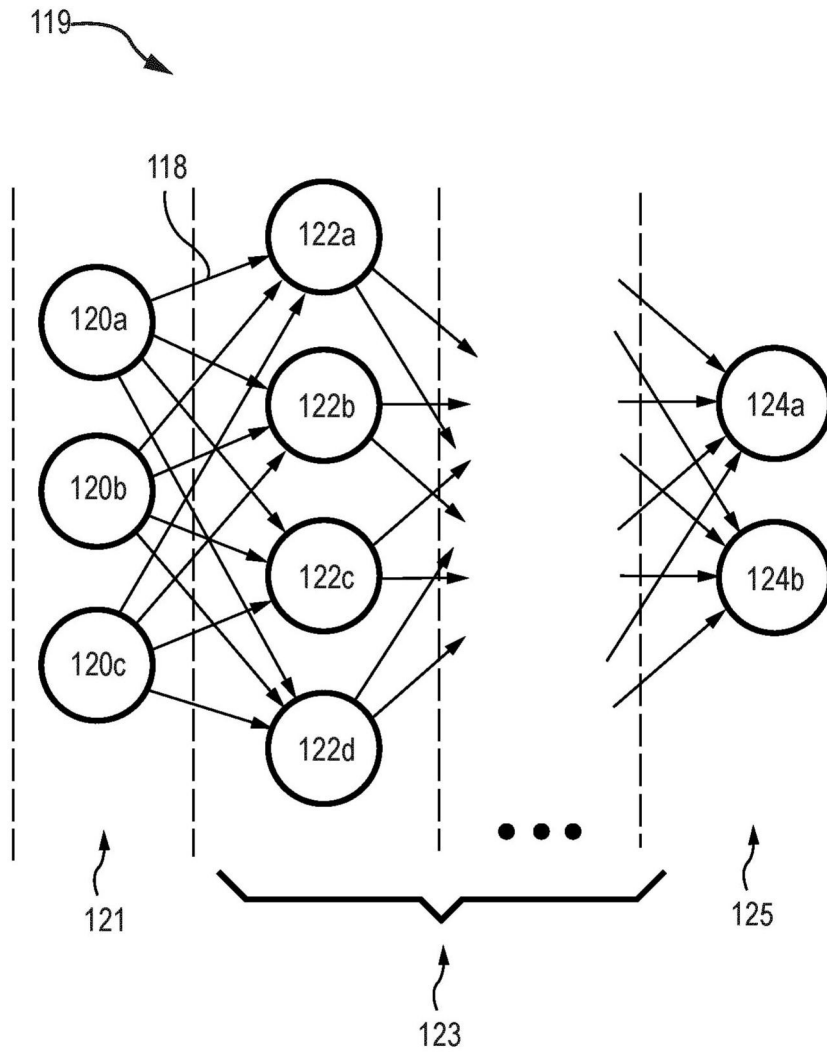


图7