



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117501380 A

(43) 申请公布日 2024. 02. 02

(21) 申请号 202280040021.9

(22) 申请日 2022.05.18

(30) 优先权数据

21177678.6 2021.06.04 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.12.04

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2022/063394 2022.05.18

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/253570 EN 2022.12.08

(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 S·乔杜里 R·S·西索迪亚

G·福格特米尔 C·G·洛斯勒

S·K·奈克

(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 李光颖

(51) Int.Cl.

G16H 30/20 (2018.01)

A61B 8/08 (2006.01)

A61B 6/00 (2024.01)

A61B 6/03 (2006.01)

A61B 5/055 (2006.01)

G16H 40/67 (2018.01)

G16H 40/63 (2018.01)

G16H 40/20 (2018.01)

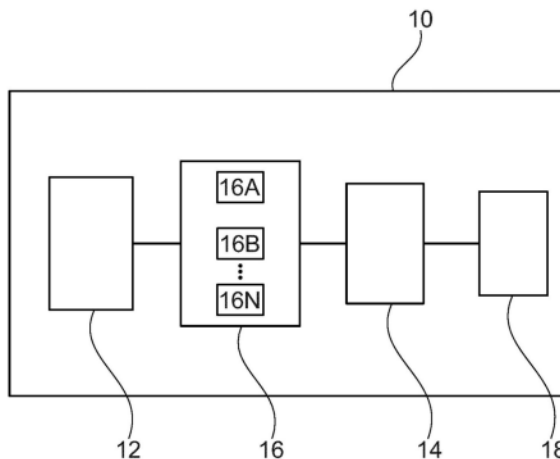
权利要求书3页 说明书12页 附图6页

(54) 发明名称

自主图像采集开始-结束管理系统

(57) 摘要

本发明涉及自主成像。提出了一种系统和方法，其自动评价自主扫描流程的准备就绪指数并且连续评价是继续、暂停还是中止成像流程。



1. 一种用于评价自主扫描流程的规则引擎装置(10),所述自主扫描流程用于控制自主成像装置采集患者的图像,所述规则引擎装置包括:

输入单元(12);

主规则引擎单元(14);

多个工作流程步骤规则引擎单元(16),每个工作流程步骤规则引擎单元与相应的规则集合相关联;以及

输出单元(18);

其中,所述输入单元被配置为接收指示自主图像采集工作流程中的事件的数据输入;

其中,所述主规则引擎单元被配置为针对所述数据输入从所述多个工作流程步骤规则引擎单元中选择一个或多个工作流程步骤规则引擎单元以确定准备就绪指数的集合,其中,所选择的一个或多个工作流程步骤规则引擎单元中的每个工作流程步骤规则引擎单元被配置为响应于所述数据输入而运行所述相应的规则集合中的一个或多个规则以生成相应的准备就绪指数,所述相应的准备就绪指数指示正在准备所述自主图像采集工作流程中的特定步骤的状态;

其中,所述主规则引擎单元还被配置为基于准备就绪指数的所述集合来确定所述自主成像装置的动作;并且

其中,所述输出单元被配置为输出所确定的动作,所确定的动作能用于控制所述自主成像装置。

2. 根据权利要求1所述的规则引擎装置,

其中,每个规则对应于所述自主图像采集工作流程中的特定工作流程步骤,并且不同规则之间的工作流程步骤是不同的。

3. 根据权利要求2所述的规则引擎装置,

其中,所述主规则引擎单元被配置为将所选择的一个或多个工作流程步骤规则引擎单元中的至少一个工作流程步骤规则引擎单元的所述数据输入与所述特定工作流程步骤的子步骤相关联。

4. 根据前述权利要求中的任一项所述的规则引擎装置,

其中,所述数据输入包括来自预训练的机器学习算法的输出。

5. 根据前述权利要求中的任一项所述的规则引擎装置,

其中,所述多个工作流程步骤规则引擎单元被配置为使用主动学习机制来更新相应的规则集合。

6. 根据前述权利要求中的任一项所述的规则引擎装置,

其中,所述数据输入包括以下各项中的一项或多项:

从所述患者收集的数据;

从所述自主扫描流程中使用的设备收集的数据;

从所述自主成像装置收集的数据;

从成像室收集的数据;以及

从用户输入收集的数据。

7. 根据权利要求6的规则引擎装置,

其中,从所述患者收集的所述数据包括以下各项中的一项或多项:

从用于监测所述患者的传感器收集的传感器数据；
所述患者的临床数据；以及
患者概况数据。

8. 根据前述权利要求中的任一项所述的规则引擎装置，
其中，所确定的动作包括以下各项中的至少一项：

开始图像采集；
中止图像采集；以及
停止图像采集。

9. 根据权利要求8所述的规则引擎装置，

其中，为了确定开始图像采集的所述动作，所述主规则引擎单元被配置为针对所述数据输入从所述多个工作流程步骤规则引擎单元中选择一个或多个工作流程步骤规则引擎单元以确定关于设备的准备就绪指数的集合和关于所述患者的准备就绪指数的集合，所述的关于设备的准备就绪指数指示所述自主成像装置正在准备开始图像采集的状态，所述的关于所述患者的准备就绪指数指示所述患者正在准备开始图像采集的状态。

10. 根据权利要求8所述的规则引擎装置，

其中，为了确定中止图像采集的所述动作，所述主规则引擎单元被配置为针对所述数据输入从所述多个工作流程步骤规则引擎单元中选择一个或多个工作流程步骤规则引擎单元以确定关于设备的准备就绪指数的集合和/或关于所述患者的准备就绪指数的集合，所述的关于设备的准备就绪指数指示所述自主成像装置不适合继续进行图像采集的状态，所述的关于所述患者的准备就绪指数指示所述患者不适合继续进行图像采集的状态。

11. 根据权利要求8所述的规则引擎装置，

其中，为了确定停止图像采集的所述动作，所述主规则引擎单元被配置为针对所述数据输入从所述多个工作流程步骤规则引擎单元中选择一个或多个工作流程步骤规则引擎单元以确定指示以下各项中的一项或多项的准备就绪指数的集合：

规划的结束；
扫描协议完成；
图像质量评估；
感兴趣器官的覆盖范围；以及
远程操作者能稳定访问互联网。

12. 一种自主成像系统(100)，包括：

自主成像装置(90)；以及

根据前述权利要求中的任一项所述的规则引擎装置(10)；

其中，所述自主成像装置被配置为基于确定的由所述规则引擎装置提供的动作来采集患者的图像。

13. 一种用于评价自主扫描流程的方法(200)，所述自主扫描流程用于控制自主成像装置采集患者的图像，所述方法包括：

a) 由输入单元接收(210)指示自主图像采集工作流程中的事件的数据输入；

b) 由主引擎单元针对所述数据输入从多个工作流程步骤规则引擎单元中选择(220)一个或多个工作流程步骤规则引擎单元以确定准备就绪指数的集合，其中，每个工作流程步

骤规则引擎单元与相应的规则集合相关联;并且

其中,所选择的一个或多个工作流程步骤规则引擎单元中的每个工作流程步骤规则引擎单元被配置为响应于所述数据输入而运行所述相应的规则集合中的一个或多个规则以生成相应的准备就绪指数,所述相应的准备就绪指数指示正在准备所述自主图像采集工作流程中的特定步骤的状态;

c) 由所述主引擎单元基于准备就绪指数的所述集合来确定 (230) 所述自主成像装置的动作;并且

d) 由输出单元输出 (240) 所确定的动作,所确定的动作能用于控制所述自主成像装置。

14. 一种包括指令的计算机程序产品,所述指令在由至少一个处理单元运行时使所述至少一个处理单元执行根据权利要求13所述的方法的步骤。

15. 一种存储有根据权利要求14所述的程序产品的计算机可读介质。

自主图像采集开始-结束管理系统

技术领域

[0001] 本发明涉及自主成像。具体而言,本发明涉及用于评价自主扫描流程的规则引擎装置和方法、自主成像系统、计算机程序产品和计算机可读介质,所述自主扫描流程用于控制自主成像装置采集患者的图像。

背景技术

[0002] 高患者吞吐量对于许多医学成像设施来说至关重要。此外,成像在未来将变得越来越自主,操作者动作依赖性降低,工作流程步骤自动化,从而在降低运营成本的同时提高吞吐量。

发明内容

[0003] 因此,本发明的目的是提供改进的自主成像系统和方法。

[0004] 本发明的目的通过独立权利要求的主题来解决。本发明的其他实施例和优点被包含在从属权利要求中。此外,应当注意,本发明的所有关于方法的实施例可能按照所描述的步骤顺序来执行,尽管如此,这并不是本文所呈现的方法步骤的唯一且必要的顺序。除非在下文中明确提到相反的情况,否则能够用所公开的步骤的另一顺序来执行本文公开的方法,而不会脱离相应的方法实施例。

[0005] 根据本发明的第一方面,提供了一种用于评价自主扫描流程的规则引擎装置,所述自主扫描流程用于控制自主成像装置采集患者的图像。所述规则引擎装置包括输入单元、主规则引擎单元、多个工作流程步骤规则引擎单元以及输出单元,每个工作流程步骤规则引擎单元与相应的规则集合相关联。所述输入单元被配置为接收指示自主图像采集工作流程中的事件的数据输入。所述主规则引擎单元被配置为针对所述数据输入从所述多个工作流程步骤规则引擎单元中选择一个或多个工作流程步骤规则引擎单元以确定准备就绪指数的集合,其中,所选择的一个或多个工作流程步骤规则引擎单元中的每个工作流程步骤规则引擎单元被配置为响应于所述数据输入而运行所述相应的规则集合中的一个或多个规则以生成相应的准备就绪指数,所述相应的准备就绪指数指示正在准备所述自主图像采集工作流程中的特定步骤的状态。所述主规则引擎单元还被配置为基于准备就绪指数的所述集合来确定所述自主成像装置的动作。所述输出单元被配置为输出所确定的动作,所确定的动作能用于控制所述自主成像装置。

[0006] 本发明的发明人已经发现:在自主成像系统中,应当有一种定义的方法来开始、停止或中止成像流程。为了避免任何不利情况,甚至更严格地需要在例如患者对于自主扫描的适合性、后续准备、伤害预防以及主观人为介入等方面的准则。本发明的发明人还发现:在自主成像系统中可能要求明确定义的流程以覆盖任何可预见的可能性和某些不可预见的可能性。

[0007] 为此,提出了一种用于评价自主扫描流程的规则引擎装置,所述自主扫描流程用于控制自主成像装置采集患者的图像。所提出的规则引擎装置被实施为“自包含系统的系

统”,其中,每个自包含系统能够具有其自己的“工作流程步骤规则引擎单元”和主规则引擎单元,所述主规则引擎单元的输出可以是指示将由自主成像装置执行的动作的状态,例如,“开始”、“停止”和“中止”。所提出的规则引擎装置能够在自主医学工作流程设置中处理输入数据并且决定特定工作流程步骤的准备就绪情况以及自主扫描水平的准备就绪情况。

[0008] 每个自包含系统从不同的数据源收集数据。例如,数据能够来源于相关的传感器,例如,肺活量计、基于相机的检测机构、增强现实 (AR)、虚拟现实 (VR)、生理数据传感器(例如,SpO₂传感器、体积描记传感器等)、临床数据(肺活量、任何肺病/心脏病的早期事件等、患者概况(田径运动员/游泳运动员)等。数据可以来源于从成像室的环境中收集的数据(例如,图像数据)。数据可以来源于机器设置数据(例如,扫描协议)。这些数据源可以通过不同的处理步骤进行处理,并且最终被馈送为针对一个或多个规则的数据输入。

[0009] 用于实时数据处理的每个工作流程步骤规则引擎是一种决策引擎,它根据定义的规则的集合来评价数据输入并且确定准备就绪指数。准备就绪指数可以是0至1之间的概率数字,或者可以是离散状态,例如,“低”、“中”和“高”。由于规则系统、规则、处理步骤中的每项都是自包含的,因此可以基于例如主规则引擎单元中的风险因素、影响等来定制准备就绪指数。

[0010] 每个自包含系统的评价步骤是准备就绪指数。主规则引擎采用这些准备就绪指数来评价自主图像采集工作流程,并且输出将由自主成像装置执行的动作,例如,开始、中止、停止成像流程或人为介入。

[0011] 所提出的规则引擎装置还可以帮助在图像采集的所有阶段(从患者准备到图像质量评估)提高临床和操作效率。所提出的规则引擎装置可以帮助减少可变性和工作人员工作量,提高生产率,并且提高患者吞吐量。另外,例如在患者对于自主扫描的适合性、后续准备、伤害预防、主观人为介入等方面的准则被反映在准备就绪指数中,该准备就绪指数作为输入被馈送给主规则引擎单元以做出决定。因此,可以避免不利情况。

[0012] 根据本发明的实施例,每个规则对应于所述自主图像采集工作流程中的特定工作流程步骤,并且不同规则之间的工作流程步骤是不同的。

[0013] 根据本发明的实施例,所述主规则引擎单元被配置为将所选择的一个或多个工作流程步骤规则引擎单元中的至少一个工作流程步骤规则引擎单元的所述数据输入与所述特定工作流程步骤的子步骤相关联。

[0014] 例如,患者准备工作流程步骤可以包括不同的多个处理步骤,包括但不限于屏气、遵循指令、焦虑水平等。每个处理步骤也可以被称为对应的工作流程步骤的子步骤。

[0015] 根据本发明的实施例,所述数据输入包括来自预训练的机器学习算法的输出。

[0016] 换句话说,预训练的机器学习算法可以预处理一些数据输入以确定事件是否可能发生的概率。来自机器学习算法的预测然后被输入到规则中。然后,规则评价机器学习模型的输出并且提供输出值。

[0017] 机器学习算法可以是神经网络、支持向量机、决策树等。为了训练机器学习算法,可以使用来自先前成像检查的工作流程细节。

[0018] 机器学习算法可以优化某种过程,这种过程不能用确定性的规则集合来完全枚举。

[0019] 根据本发明的实施例,所述多个工作流程步骤规则引擎单元被配置为使用主动学

习机制来更新相应的规则集合。

[0020] 执行扫描的过程是非常动态的,可能很难确定系统应当中止和重新开始的所有状况。可以在设备的每一次扫描期间(从患者准备到扫描完成)学习事件发生的系统和状况。可以设置主动学习机制,主动学习机制在每个事件期间捕获机器的每个状态和机器的对应状况。在这个过程中,机器的每个状态都可以用事件来标记。发生中止动作的任何新状态都可以是针对多个系统中的系统的新规则。这将参考图3所示的示例进行详细解释。

[0021] 根据本发明的实施例,所述数据输入包括以下各项中的一项或多项:从所述患者收集的数据、从所述自主扫描流程中使用的设备收集的数据、从所述自主成像装置收集的数据、从成像室收集的数据,以及从用户输入收集的数据。

[0022] 数据输入可以用于评价例如患者对于自主扫描的适合性、后续准备、伤害预防、主观人为介入等。

[0023] 例如,从患者收集的数据可以包括例如传感器数据、临床数据和患者概况数据。

[0024] 例如,从自主扫描流程中使用的设备收集的数据可以包括指示设备的状态和/或功能的数据,例如,电线圈、传感器等。

[0025] 例如,从自主成像装置收集的数据可以包括指示扫描协议、成像装置的工作状态等的的数据。

[0026] 例如,从成像室收集的数据可以包括成像室的图像数据,其可以用于检测靠近成像系统的外来物体是否会干扰成像流程。

[0027] 根据本发明的实施例,从所述患者收集的所述数据包括以下各项中的一项或多项:从用于监测所述患者的传感器收集的传感器数据、所述患者的临床数据,以及患者概况数据。

[0028] 根据本发明的实施例,所确定的动作包括以下各项中的至少一项:开始图像采集,中止图像采集,以及停止图像采集。

[0029] 根据本发明的实施例,为了确定开始图像采集的所述动作,所述主规则引擎单元被配置为针对所述数据输入从所述多个工作流程步骤规则引擎单元中选择一个或多个工作流程步骤规则引擎单元以确定关于设备的准备就绪指数的集合和关于所述患者的准备就绪指数的集合,所述的关于设备的准备就绪指数指示所述自主成像装置正在准备开始图像采集的状态,所述的关于所述患者的准备就绪指数指示所述患者正在准备开始图像采集的状态。

[0030] 根据本发明的实施例,为了确定中止图像采集的所述动作,所述主规则引擎单元被配置为针对所述数据输入从所述多个工作流程步骤规则引擎单元中选择一个或多个工作流程步骤规则引擎单元以确定关于设备的准备就绪指数的集合和/或关于所述患者的准备就绪指数的集合,所述的关于设备的准备就绪指数指示所述自主成像装置不适合继续进行图像采集的状态,所述的关于所述患者的准备就绪指数指示所述患者不适合继续进行图像采集的状态。

[0031] 根据本发明的实施例,为了确定停止图像采集的所述动作,所述主规则引擎单元被配置为针对所述数据输入从所述多个工作流程步骤规则引擎单元中选择一个或多个工作流程步骤规则引擎单元以确定指示以下各项中的一项或多项的准备就绪指数的集合:规划的结束、扫描协议完成、图像质量评估、感兴趣器官的覆盖范围,以及远程操作者能稳定

访问互联网。

[0032] 根据本发明的第二方面,提供了一种自主成像系统,包括自主成像装置和根据第一方面和任何相关联的示例的规则引擎装置。所述自主成像装置被配置为基于确定的由所述规则引擎装置提供的动作来采集患者的图像。

[0033] 自主成像装置的示例可以包括但不限于X射线成像装置、磁共振成像装置、计算机断层摄影扫描器、正电子发射断层摄影扫描器等。

[0034] 根据本发明的第三方面,提供了一种用于评价自主扫描流程的方法,所述自主扫描流程用于控制自主成像装置采集患者的图像,所述方法包括:

[0035] a) 由输入单元接收指示自主图像采集工作流程中的事件的数据输入;

[0036] b) 由主引擎单元针对所述数据输入从多个工作流程步骤规则引擎单元中选择一个或多个工作流程步骤规则引擎单元以确定准备就绪指数的集合,其中,每个工作流程步骤规则引擎单元与相应的规则集合相关联;并且

[0037] 其中,所选择的一个或多个工作流程步骤规则引擎单元中的每个工作流程步骤规则引擎单元被配置为响应于所述数据输入而运行所述相应的规则集合中的一个或多个规则以生成相应的准备就绪指数,所述相应的准备就绪指数指示正在准备所述自主图像采集工作流程中的特定步骤的状态;

[0038] c) 由所述主引擎单元基于准备就绪指数的所述集合来确定所述自主成像装置的动作;并且

[0039] d) 由输出单元输出所确定的动作,所确定的动作能用于控制所述自主成像装置。

[0040] 根据本发明的第四方面,提供了一种包括指令的计算机程序产品,所述指令在由至少一个处理单元运行时使所述至少一个处理单元执行根据第三方面和任何相关联的示例的方法的步骤。

[0041] 根据本发明的第五方面,提供了一种存储有所述程序产品的计算机可读介质。

[0042] 应当理解,以下更加详细讨论的前述构思与额外构思的所有组合(假设这样的构思并不相互矛盾)都被认为是本文公开的发明主题的部分。特别地,出现在本公开内容的结尾的所要求保护的主题的所有组合都被认为是本文公开的发明主题的部分。

[0043] 参考下文描述的(一个或多个)实施例,本发明的这些方面和其他方面将变得明显并且得到阐明。

附图说明

[0044] 在附图中,在不同的视图中,相同的附图标记通常指代相同的部分。而且,附图不一定是按比例绘制的,而是通常将重点放在说明本发明的原理上。

[0045] 图1示出了用于评价自主扫描流程的示例性规则引擎装置10,该自主扫描流程用于控制自主成像装置采集患者的图像。

[0046] 图2示出了说明总体规则引擎流程的示意性框图。

[0047] 图3示出了说明示例性总体工作流程的示意性框图。

[0048] 图4示出了示例性的主动学习机制。

[0049] 图5示出了示例性的自主成像系统。

[0050] 图6示出了用于评价自主扫描流程的方法的流程图,该自主扫描流程用于控制自

主成像装置采集患者的图像。

具体实施方式

[0051] 图1示出了用于评价自主扫描流程的示例性规则引擎装置10,该自主扫描流程用于控制自主成像装置采集患者的图像。规则引擎装置10可以是任何计算设备,包括台式计算机和膝上型计算机、智能手机、平板电脑等。规则引擎装置10可以是通用设备或具有适合用于提供下述功能的专用仪器单元的设备。在图1的示例中,规则引擎装置10的部件被示为被集成在一个单个单元中。然而,在替代示例(未示出)中,一些或所有部件可以被布置为分布式架构中的单独的模块并且被连接在合适的通信网络中,例如,第三代合作伙伴计划(3GPP)网络、长期演进(LTE)网络、互联网、LAN(局域网)、无线LAN(局域网)、WAN(广域网)等。规则引擎装置10及其部件可以被布置为专用FPGA或硬连线的独立芯片。在一些示例中,规则引擎装置10或其一些部件可以驻留在控制台中,作为软件例程运行。

[0052] 规则引擎装置10包括输入单元12、主规则引擎单元14、多个工作流程步骤规则引擎单元16以及输出单元18。在图1所示的示例中,多个工作流程步骤规则引擎单元16包括工作流程步骤规则引擎单元16A至16N。每个单元可以是专用集成电路(ASIC)、电子电路、运行一个或多个软件或固件程序的(共享的、专用的或成组的)处理器和/或(共享的、专用的或成组的)存储器、组合逻辑电路和/或提供所述功能的其他合适的部件的部分,或者包括它们。

[0053] 输入单元12被配置为接收指示自主图像采集工作流程中的事件的数据输入。在示例中,输入单元12被实施为以太网接口、USB(TM)接口、诸如WiFi(TM)或Bluetooth(TM)之类的无线接口,或者能够在输入外围设备与处理单元14之间实现数据传输的任何类似的数据传输接口。

[0054] 该事件可以是可以对自主成像流程有影响的任何事件,这些事件可以引起成像流程开始、中止或停止。事件的示例可以包括对例如患者对于自主扫描的适合性、后续准备、伤害预防、主观人为介入等有影响的事件。

[0055] 在示例中,生命体征(例如,氧饱和度、心率、收缩压和舒张压)可以用于评价患者的焦虑以及患者对于自主扫描的适合性。如果确定患者具有高焦虑和高恐惧指数,则可以中止或停止自主成像流程。在这个示例中,事件是患者非常焦虑,这对自主成像流程有影响。

[0056] 在示例中,来自监测患者的面部表情或皮肤的相机或深度相机的视频信号可以用于评估患者经历的疼痛程度。如果患者正经历高程度的疼痛,则可以中止自主成像流程,以防止或降低身体伤害的严重性。在这个示例中,事件是患者遭受很多疼痛,这对自主成像流程有影响。

[0057] 因此,数据输入可以包括适于指示事件正在发生或可能发生的任何数据。

[0058] 例如,数据输入可以包括从患者收集的数据。

[0059] 在一些示例中,从患者收集的数据可以包括从一个或多个传感器收集的传感器数据,这一个或多个传感器被配置为在自主成像流程之前和期间测量患者的反应。传感器可以用于测量例如患者运动、患者疼痛、紧张等。在示例中,可以从一个或多个生理数据传感器收集传感器数据,这一个或多个生理数据传感器记录波形并且提供生命体征的周期性测

量结果,例如,心率(HR)、呼吸频率(RR)、外周动脉血氧饱和度(SpO_2)、动脉血压(ABP)和温度(T)。在另一示例中,可以从基于相机的检测机构收集传感器数据,该基于相机的检测机构可以用于检测患者的移动。在另外的示例中,可以从三维雷达传感器收集传感器数据,该三维雷达传感器用于监测患者、人和设备的移动模式。雷达阵列传感器具有创建适合用于识别身体姿势和运动的三维点云图像的优势,但是不允许面部识别。雷达阵列传感器还具有在所有照明状况下工作且不会被衣服或其他非导电物体分散注意力的优势。例如,即使被衣服覆盖,雷达阵列也能够检测出手臂或腿部的假肢。在理想情况下,雷达阵列传感器的安装方式应当使得能够监测患者和成像室,而不要求采取额外的动作。

[0060] 在一些示例中,从患者收集的数据还可以包括患者的临床数据,例如,肺活量、任何肺病或心脏病的早期事件等。同样,患者概况(例如,田径运动员或游泳运动员)也可以被包括在数据输入中。可以从医院数据库接收临床数据和患者概况。

[0061] 在一些示例中,数据输入可以包括从设备和系统收集的数据。例如,数据输入可以包括自主成像装置的机器设置数据。例如,机器设置数据可以包括扫描协议、医学仪器的工作状态等。

[0062] 在一些示例中,数据输入可以包括从成像室收集的数据。例如,图像数据可以用于检测靠近成像系统的外来物体是否会干扰成像流程。

[0063] 在一些示例中,数据输入可以包括从用户输入收集的数据,这允许主观人为介入,例如,在医学紧急情况下。

[0064] 在一些示例中,数据输入可以包括来自预训练的机器学习算法的输出。换句话说,预训练的机器学习算法可以预处理一些数据输入以确定事件是否可能发生的概率。来自机器学习算法的预测然后被输入到规则中。然后,规则评价机器学习模型的输出并且提供输出值。机器学习算法可以优化某种过程,这种过程不能用确定性的规则集合来完全枚举。例如,一种机器学习算法可以用于将图像数据中的面部表情与焦虑水平进行关联。在该示例中,不是直接馈送图像数据作为针对一个或多个规则的数据输入,而是首先通过机器学习算法对图像数据进行预处理,并且针对一个或多个规则提供机器学习算法的输出,即,所确定的焦虑水平。机器学习算法可以是神经网络、支持向量机、决策树等。为了训练机器学习算法,可以使用来自先前成像检查的工作流程细节。

[0065] 主规则引擎单元14被配置为针对数据输入从多个工作流程步骤规则引擎单元16中选择一个或多个工作流程步骤规则引擎单元以确定准备就绪指数的集合。所选择的一个或多个工作流程步骤规则引擎单元16中的每个工作流程步骤规则引擎单元被配置为响应于数据输入而运行相应的规则集合中的一个或多个规则20以生成相应的准备就绪指数,该准备就绪指数指示正在准备自主图像采集工作流程中的特定步骤的状态。

[0066] 换句话说,所提出的规则引擎装置10被实施为“自包含系统的系统”,其中,每个自包含系统能够具有其自己的“工作流程步骤规则引擎单元”和主规则引擎单元,所述主规则引擎单元的输出可以是指示将由自主成像装置执行的动作的状态,例如,“开始”、“停止”和“中止”。状态“重新开始”可以类似于状态“开始”。

[0067] 图2示出了图示总体规则引擎流程的示意性框图。如图2所示,每个自包含系统包括工作流程步骤规则引擎单元16和规则20的自包含系统。每个自包含系统根据针对自主图像采集工作流程的特定节段的定义规则来工作。换句话说,用于实时数据处理的每个工作

流程步骤规则引擎16是一种决策引擎,它根据定义的规则的集合来评价数据输入并且确定输出值。

[0068] 例如,工作流程步骤规则引擎16A接收来自一个或多个数据源24(例如,图2所示的数据源A和B)的数据输入。如上面所讨论的,数据输入可以包括从患者、设备、系统、成像室和/或用户输入收集的数据。

[0069] 主规则引擎单元14被配置为针对数据输入从多个工作流程步骤规则引擎单元16(例如,图2所示的单元16A-16N)中选择一个或多个工作流程步骤规则引擎单元16以确定准备就绪指数的集合。如图2所示,一个或多个规则20可以涉及多个处理步骤。例如,患者准备工作流程步骤可以包括不同的多个处理步骤,包括但不限于屏气、遵循指令、焦虑水平等。每个处理步骤也可以被称为对应的工作流程步骤的子步骤。

[0070] 每个自包含系统的评价步骤是准备就绪指数。每个工作流程步骤规则引擎单元16可以评价来自各种来源的数据并且提供准备就绪指数。如上面所讨论的,一些规则可以涉及多个处理步骤。例如,规则20A包括处理步骤22A和22B。例如,在上面提到的患者准备工作流程步骤中,准备就绪指数中的一个准备就绪指数可以是“患者准备就绪指数”,其关注于患者是否为自主设置中的扫描做好准备。该指数可以具有不同的准备就绪指数和对应的规则引擎设置。示例性准备就绪指数可以包括但不限于“屏气准备就绪指数”、“指令遵循指数”、“焦虑指数”,以及“金属物体风险指数”。

[0071] 一些准备就绪指数可以是0至1之间的概率数字。一些准备就绪指数可以是离散状态,例如,“低”、“中”和“高”。

[0072] 回到图1,主规则引擎单元14采用所有这些准备就绪指数来评价自主图像采集工作流程,并且经由输出单元18输出要由自主成像装置执行的动作,如上所述。所确定的动作能用于控制自主成像装置。

[0073] 在示例中,输出单元18被实施为以太网接口、USB(TM)接口、诸如WiFi(TM)或蓝牙(TM)之类的无线接口,或者在输出外围设备与处理单元14之间实现数据传输的任何类似的数据传输接口。

[0074] 图3示出了图示示例性总体工作流程50的示意性框图。为了说明的目的,示例性自主图像采集工作流程大致分为六个指定的工作流程步骤:准备就绪核查表、扫描开始提示、中止事件监视、扫描结束提示、图像评估,以及结束。

[0075] 在第一工作流程步骤52(即,准备就绪核查表)中,可以提供一个或多个工作流程步骤规则引擎单元来评价来自一个或多个数据源的数据并提供一个或多个准备就绪指数,例如,指示患者对自主设置中的扫描的准备就绪的患者准备就绪指数和指示系统对自主设置中的扫描的准备就绪的设备准备就绪指数。

[0076] 在该工作流程步骤中,数据输入可以包括从患者收集的数据。在一些示例中,数据可以包括从测量患者的反应的一个或多个传感器获得的传感器数据。例如,传感器数据可以包括从在扫描流程之前监测患者移动而获得的图像数据和从在扫描流程之前监测患者的焦虑水平而获得的生命体征。在一些示例中,如果成像流程需要对比材料,则数据输入还可以包括指示是否已经注入了对比材料的数据。在一些示例中,如果成像流程需要麻醉剂或镇静剂,则数据输入还可以包括指示是否已经对患者给予了麻醉剂或镇静剂的数据。另外,数据输入可以包括患者的身份、指示体内是否存在任何金属物体的数据以及预先存在

的状况(如妊娠、过敏、药物治疗等),这些数据可以从医院数据库中收集。这些数据输入可以用于确定患者是否准备好开始扫描。因此,多个工作流程步骤规则引擎单元16可以用于提供不同的准备就绪指数,例如,“焦虑指数”、“镇静指数”、“对比材料指数”、“金属物体风险指数”,以及“患者状况风险指数”。

[0077] 在一些示例中,数据输入可以包括从设备和系统收集的数据。例如,数据输入可以包括指示扫描协议选择的数据、指示线圈选择的数据、指示医学仪器的工作状态的数据、指示所执行的设备消毒的数据、指示到远程操作者的远程VPN连接的压力测试的数据、指示相机系统的状态和定位的数据、指示患者支撑物的平衡的数据,以及指示心脏门控探头放置的数据。这些数据输入可以用于确定设备和系统是否准备好开始扫描。因此,多个工作流程步骤规则引擎单元16可以用于提供不同的准备就绪指数,例如,“线圈准备就绪指数”、“扫描协议准备就绪指数”、“医学仪器准备就绪指数”、“相机系统准备就绪指数”、“VPN连接准备就绪指数”、“患者支撑物准备就绪指数”,以及“心脏门控探头放置准备就绪指数”。

[0078] 在一些示例中,数据输入可以包括经由用户接口获得的用户输入数据,例如,患者确认。可以在本公开内容的各种实施方式中采用的用户接口的示例包括但不限于开关、电位计、按钮、拨盘、滑块、轨迹球、显示屏、各种类型的图形用户接口(GUI)、触摸屏、麦克风、相机以及可以接收某种形式的人类生成的刺激并响应于此而生成信号的其他类型的传感器。因此,用户输入数据允许主观人为介入。

[0079] 在一些示例中,数据输入可以包括从监测扫描器室中的环境的一个或多个传感器收集的数据。传感器数据可以包括来自视频相机的视频信号,该视频相机监测例如存在于扫描器室中的可能生成噪声或图像伪影的设备以及扫描器室的门是否关闭。这些数据输入允许系统确定扫描器室中的环境是否适合开始状况。因此,多个工作流程步骤规则引擎单元可以用于提供不同的准备就绪指数,例如,“物体风险指数”和“扫描器室准备就绪指数”。

[0080] 然后,主规则引擎单元14采用上面提到的示例性准备就绪指数,以便评价自主图像采集工作流程并且确定是否开始扫描(框54)。

[0081] 一旦成像流程开始,与工作流程步骤“中止事件监视”相关联的一个或多个工作流程步骤规则引擎单元16评价数据输入并且基于这些数据输入来确定是否需要超控紧急机制(框56)。

[0082] 在一些示例中,数据输入可以包括从患者收集的数据。例如,数据可以包括从测量患者的反应的一个或多个传感器获得的传感器数据。传感器数据可以包括从监测患者移动获得的图像数据、从监测患者焦虑和医学紧急情况获得的生命体征、从用于监测从镇静状态过早苏醒的镇静监测设备获得的数据和/或从监测患者经历的疼痛程度获得的数据。在一些示例中,具有覆盖感兴趣身体部分的视场的视频馈送可以用于测量患者运动、患者疼痛和紧张中的一项或多项,该视频馈送是从在不同位置处使用例如光检测和测距(LIDAR)、无线电检测和测距(RADAR)以及基于相机的传感器的各种三维非接触式运动扫描仪的组合接收的。因此,可以使用多个工作流程步骤规则引擎单元来提供不同的准备就绪指数,例如,“疼痛指数”、“焦虑指数”、“镇静指数”,以及“医学紧急指数”。对于每个准备就绪指数,可以设置阈值水平来确定是否有必要中止扫描流程。

[0083] 在一些示例中,数据输入可以包括经由用户接口(例如经由与MRI扫描器集成的集成紧急按钮或者从远程操作者接收的中止扫描流程的命令)获得的用户输入数据。因此,用

户输入数据允许主观人为介入。例如,在疼痛和焦虑的情况下,患者可以按下集成的紧急按钮。因此,多个工作流程步骤规则引擎单元16可以用于提供不同的准备就绪指数,例如,“患者介入指数”和“操作者介入指数”。

[0084] 在一些示例中,数据输入可以包括从各种设备和系统收集的数据。例如,数据输入可以包括指示电线圈状态、传感器位置、成像系统中的床垫的位置和/或到远程客户端的互联网连接状态的数据。因此,数据输入允许系统确定例如成像设备、系统和互联网连接的状态和功能是否足够良好而能够继续进行自主成像流程。因此,可以使用多个工作流程步骤规则引擎单元来提供不同的准备就绪指数,例如,“电线圈状态指数”、“传感器位置指数”、“床垫位置指数”,以及“互联网连接指数”。

[0085] 在一些示例中,数据输入可以包括从监测扫描器室中的环境的一个或多个传感器收集的数据。传感器数据可以包括来自视频相机的视频信号,该视频相机监测在成像期间被带入扫描器室或靠近扫描器的物体和/或扫描器室中的患者亲属。这些数据输入允许系统检测物体和/或人员是否会干扰扫描流程。因此,一个或多个工作流程步骤规则引擎单元16可以提供不同的准备就绪指数,例如,“物体干扰指数”和“人员干扰指数”。

[0086] 然后,将上述示例性准备就绪指数提供给主规则引擎单元14以确定是否要中止成像流程。

[0087] 如果不中止成像流程,则与工作流程步骤“扫描结束提示”相关联的一个或多个工作流程步骤规则引擎单元评价数据输入,并且基于这些数据输入来确定是否要停止成像流程(步骤58)。数据输入可以包括指示规划的结束的数据、指示扫描流程完成的数据、指示感兴趣器官的覆盖范围的数据,以及指示远程操作者能稳定访问互联网的数据。因此,多个工作流程步骤规则引擎单元可以提供不同的准备就绪指数,例如,“规划的结束指数”、“扫描流程完成指数”、“器官覆盖指数”,以及“互联网连接指数”。

[0088] 一旦成像流程停止,与工作流程步骤“图像评估”相关联的一个或多个工作流程步骤规则引擎单元就评价图像数据,并且基于这些数据输入来确定是否有必要执行另一次扫描(步骤60)。

[0089] 如果图像质量满足预定准则,则自主成像流程结束(步骤62)。

[0090] 应当理解,由于规则引擎系统、规则和处理步骤中的每项都是自包含的,因此可以基于例如风险因素和主规则引擎单元中的影响来个体定制上面讨论的示例性准备就绪指数。

[0091] 执行扫描的过程是非常动态的,可能很难确定系统应当中止和重新开始的所有状况。可以在设备的每一次扫描期间(从患者准备到扫描完成)学习事件发生的系统和状况。可以设置主动学习机制,主动学习机制在每个事件期间捕获机器的每个状态和机器的对应状况。在这个过程中,机器的每个状态都可以用事件来标记。发生中止动作的任何新状态都可以是针对多个系统中的系统的新规则。

[0092] 图4示出了示例性的主动学习机制。在这个示例中,如果系统未能采取正确的动作(框70),则提供在扫描期间捕获的扫描、机器、患者和环境的状况(框72)作为反馈以更新初始规则集合(框74)。然后使用更新的规则(框76)作为针对系统输出状态(如“开始”、“停止”、“中止”、“重新开始”、“继续”等)的新规则(框78)。额外地,由于系统未能采取正确的动作(框70),因此可能需要用户介入(框80)来例如停止或中止扫描流程。在已经更新了规则

之后,可以重新开始扫描流程。

[0093] 图5示出了示例性的自主成像系统100,其包括如上所述的自主成像装置90和规则引擎装置10。自主成像装置90被配置为基于确定的由规则引擎装置10提供的动作来采集患者的图像。

[0094] 自主成像装置90的示例可以包括但不限于X射线成像装置、磁共振成像装置、计算机断层摄影扫描器、正电子发射断层摄影扫描器等。

[0095] 在图5的示例中,规则引擎装置10是被配置为通过无线和/或有线接口与自主成像装置90通信的单独的设备。然而,在替代示例中,规则引擎装置10可以驻留在自主成像装置90中,例如作为软件例程运行。

[0096] 图6示出了用于评价自主扫描流程的方法200的流程图,该自主扫描流程用于控制自主成像装置采集患者的图像。该方法可以由图1所示的示例性装置来执行。

[0097] 在步骤210(即,步骤a))中,例如经由示例性装置10的输入单元接收指示自主图像采集工作流程中的事件的数据输入。

[0098] 如上文详细讨论的,数据输入可以包括从患者收集的数据、从设备和自主成像装置收集的数据、从成像室收集的数据和/或从用户输入收集的数据。这些数据输入可以用于评价患者对于自主扫描的适合性、后续准备、伤害预防、主观人为介入等。

[0099] 在步骤220(即,步骤b)),主引擎单元针对数据输入从多个工作流程步骤规则引擎单元中选择一个或多个工作流程步骤规则引擎单元以确定准备就绪指数的集合。每个工作流程步骤规则引擎单元都与相应的规则集合相关联。所选择的一个或多个工作流程步骤规则引擎单元中的每个工作流程步骤规则引擎单元被配置为响应于数据输入而运行相应的规则集合中的一个或多个规则以生成相应的准备就绪指数,该准备就绪指数指示正在准备自主图像采集工作流程中的特定步骤的状态。例如,在患者准备阶段,主规则引擎可以选择与患者准备相关联的一个或多个工作流程步骤规则引擎单元以确定准备就绪指数的集合。

[0100] 在一些示例中,每个规则可以对应于自主图像采集工作流程中的特定工作流程步骤,并且不同规则之间的工作流程步骤可以是不同的。主规则引擎单元被配置为将针对所选择的一个或多个工作流程步骤规则引擎单元中的至少一个工作流程步骤规则引擎单元的数据输入与特定工作流程步骤的子步骤相关联。例如,在患者准备阶段,可以使用多个工作流程步骤规则引擎单元来提供不同的准备就绪指数,例如,“焦虑指数”、“镇静指数”、“对比材料指数”、“金属物体风险指数”,以及“患者状况风险指数”。这些工作流程步骤也可以被称为患者准备工作流程步骤的子步骤。

[0101] 在步骤230(即,步骤c)),主引擎单元然后基于准备就绪指数的集合来确定自主成像装置的动作。所确定的动作可以包括以下各项中的一项或多项:开始图像采集、中止图像采集,以及停止图像采集。

[0102] 为了确定开始图像采集的动作,主规则引擎单元被配置为针对数据输入从多个工作流程步骤规则引擎单元中选择一个或多个工作流程步骤规则引擎单元以确定关于设备的准备就绪指数的集合和关于患者的准备就绪指数的集合,所述的关于设备的准备就绪指数指示自主成像装置正在准备开始图像采集的状态,所述的关于患者的准备就绪指数指示患者正在准备开始图像采集的状态。

[0103] 为了确定中止图像采集的动作,主规则引擎单元被配置为针对数据输入从多个工

作流程步骤规则引擎单元中选择一个或多个工作流程步骤规则引擎单元以确定关于设备的准备就绪指数的集合和/或关于患者的准备就绪指数的集合,所述的关于设备的准备就绪指数指示自主成像装置不适合继续进行图像采集的状态,所述的关于患者的准备就绪指数指示患者不适合继续进行图像采集的状态。

[0104] 为了确定停止图像采集的动作,主规则引擎单元被配置为针对数据输入从多个工作流程步骤规则引擎单元中选择一个或多个工作流程步骤规则引擎单元以确定指示以下各项中的一项或多项的准备就绪指数的集合:规划的结束、扫描协议完成、图像质量评估、感兴趣器官的覆盖范围,远程操作者能稳定访问互联网。

[0105] 在步骤240(即,步骤d),示例性设备10的输出单元输出所确定的动作,所确定的动作能用于控制自主成像装置。

[0106] 本文定义和使用的定义应当被理解为控制字典定义、通过引用并入的文献中的定义和/或定义术语的普通含义。

[0107] 除非明确指出相反情况,否则本说明书和权利要求书中使用的词语“一”和“一个”应当被理解为表示“至少一个”。

[0108] 本说明书和权利要求书中使用的短语“和/或”应当被理解为表示如此结合的元件中的“任一个或两个”,即,在某些情况下结合存在而在其他情况下分离存在的元件。用“和/或”列出的多个元件应当以相同的方式进行解释,即,如此结合的元件中的“一个或多个”元件。除了用“和/或”分句具体标识的元件之外,还可能任选地存在其他元件,无论是与具体标识的那些元件相关还是不相关都可以。

[0109] 本文在说明书和权利要求书中使用的引用一个或多个元件的列表的短语“至少一个”应当被理解为表示选自元件列表中的元件中的任何一个或多个元件中的至少一个元件,但不一定包括元件列表中具体列出的每个元件中的至少一个元件,并且不排除元件列表中元件的任何组合。该定义还允许除了在短语“至少一个”所指的元件列表中具体标识的元件之外的任选存在的元件,无论是与具体标识的那些元件相关还是不相关都可以。

[0110] 在本发明的另一示例性实施例中,提供了一种计算机程序或计算机程序单元,其特征在于,其适于在适当的系统上运行根据前述实施例之一的方法的方法步骤。

[0111] 因此,计算机程序单元可能被存储在计算机单元中,该计算机程序单元也可能是本发明的实施例的部分。该计算单元可以适于执行或引起对上述方法的步骤的执行。此外,该计算单元可以适于操作上述装置的部件。该计算单元能够适于自动操作和/或运行用户的命令。计算机程序可以被加载到数据处理器的数据存储器中。因此,可以装备数据处理器来执行本发明的方法。

[0112] 本发明的该示例性实施例覆盖从一开始就使用本发明的计算机程序,以及借助于将现有程序更新转换为使用本发明的程序的计算机程序这两者。

[0113] 另外,计算机程序单元可能能够提供所有必要步骤以完成如上所述的方法的示例性实施例的流程。

[0114] 根据本发明的另外的示例性实施例,提出了一种计算机可读介质,例如,CD-ROM,其中,该计算机可读介质具有被存储于所述计算机可读介质上的计算机程序单元,所述计算机程序单元由前面的章节所描述。

[0115] 计算机程序可以被存储和/或分布在合适的介质上,例如,与其他硬件一起或作为

其他硬件的部分供应的光学存储介质或固态介质,但是也可以以其他形式分布,例如,经由互联网或其他有线或无线的电信系统分布。

[0116] 然而,计算机程序也可以存在于网络(如万维网)上,并且能够从这样的网络被下载到数据处理器的存储器中。根据本发明的另外的示例性实施例,提供了用于使计算机程序单元可用于下载的介质,所述计算机程序单元被布置为执行根据本发明的先前描述的实施例中的一个实施例的方法。

[0117] 虽然本文已经描述和说明了若干发明实施例,但是本领域普通技术人员将容易想到用于执行功能和/或获得结果和/或本文描述的优点中的一个或多个优点的各种其他单元和/或结构。这样的变化和/或修改中的每个变化和/或修改都被认为是在本文描述的发明实施例的范围内。更一般地,本领域技术人员将容易理解,本文描述的所有参数、尺寸、材料和配置均旨在是示例性的,并且实际参数、尺寸、材料和/或配置将取决于一个或多个使用本发明教导的具体应用。本领域技术人员将认识到或者能够使用不超过常规的实验手段来确定本文描述的具体发明实施例的许多等同物。因此,应当理解,前述实施例仅作为示例呈现,并且在权利要求及其等同物的范围内,本发明的实施例可以以不同于具体描述和要求保护的方式来实践。本公开内容的发明实施例涉及本文描述的每个单独的特征、系统、物品、材料、套件和/或方法。另外,如果这样的特征、系统、物品、材料、套件和/或方法并不相互矛盾,则两个或更多个这样的特征、系统、物品、材料、套件和/或方法的任何组合能够被包括在本公开内容的发明范围内。

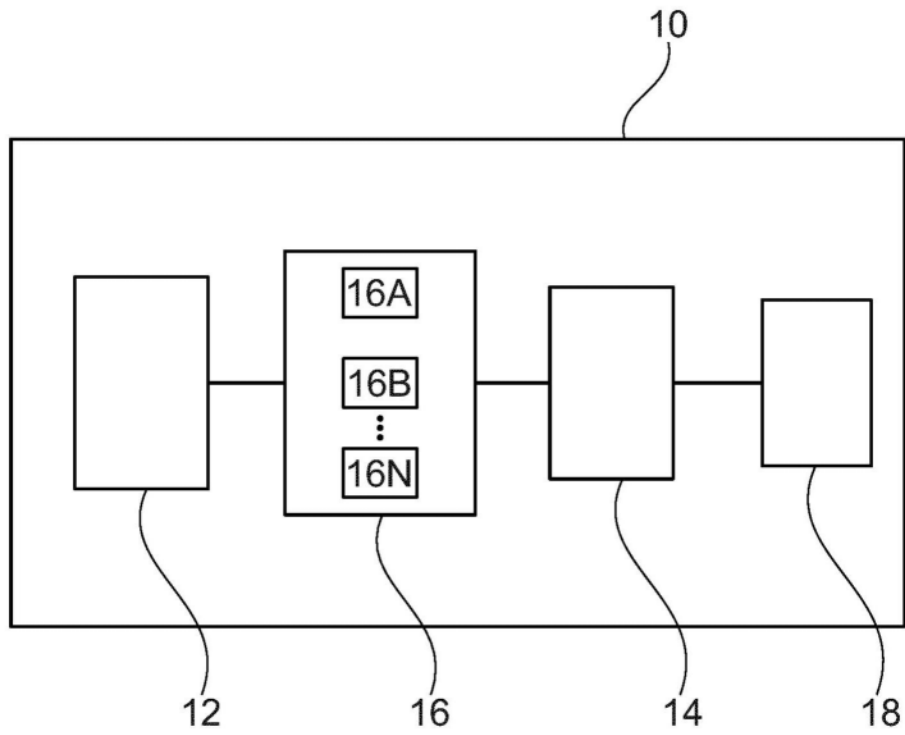


图1

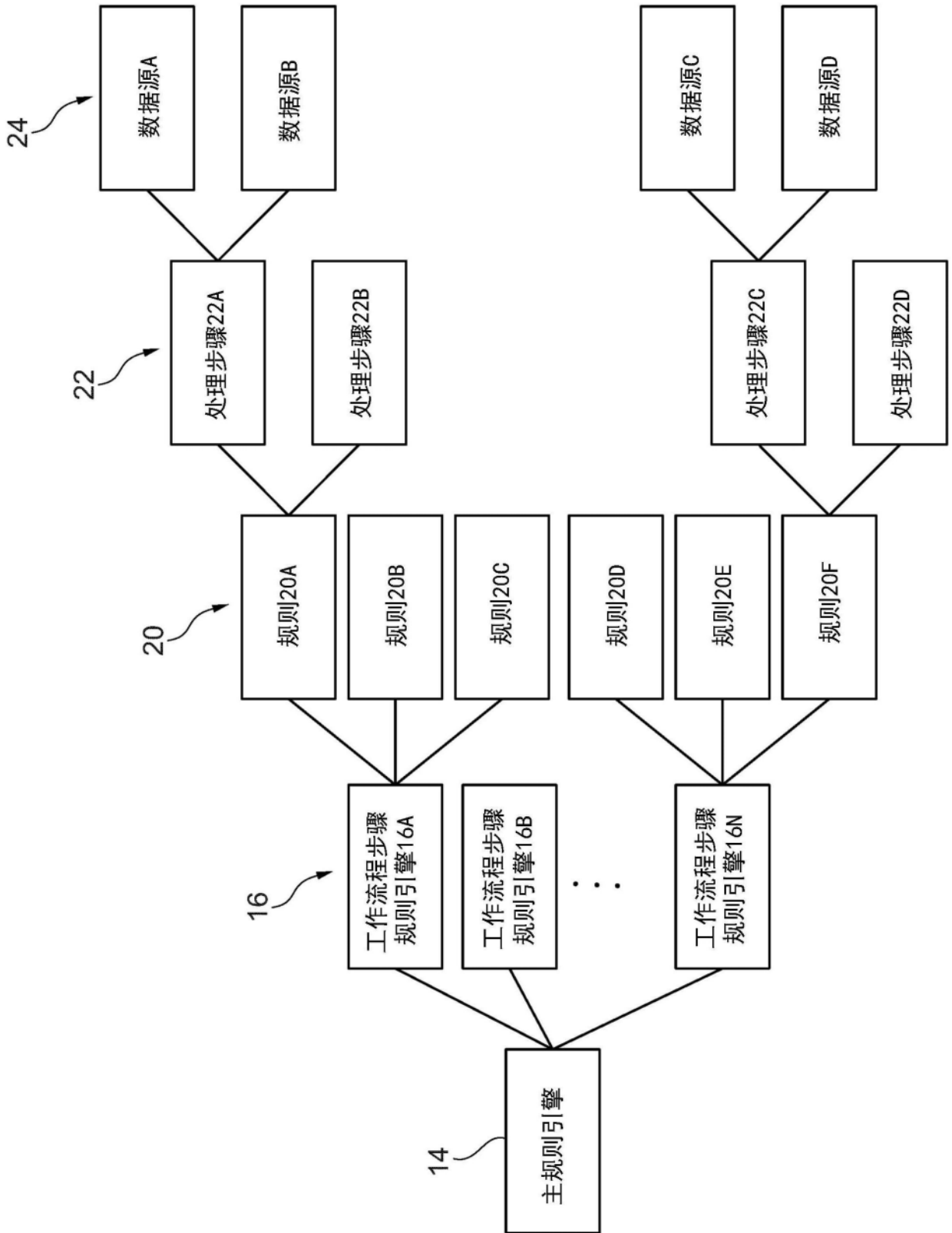


图2

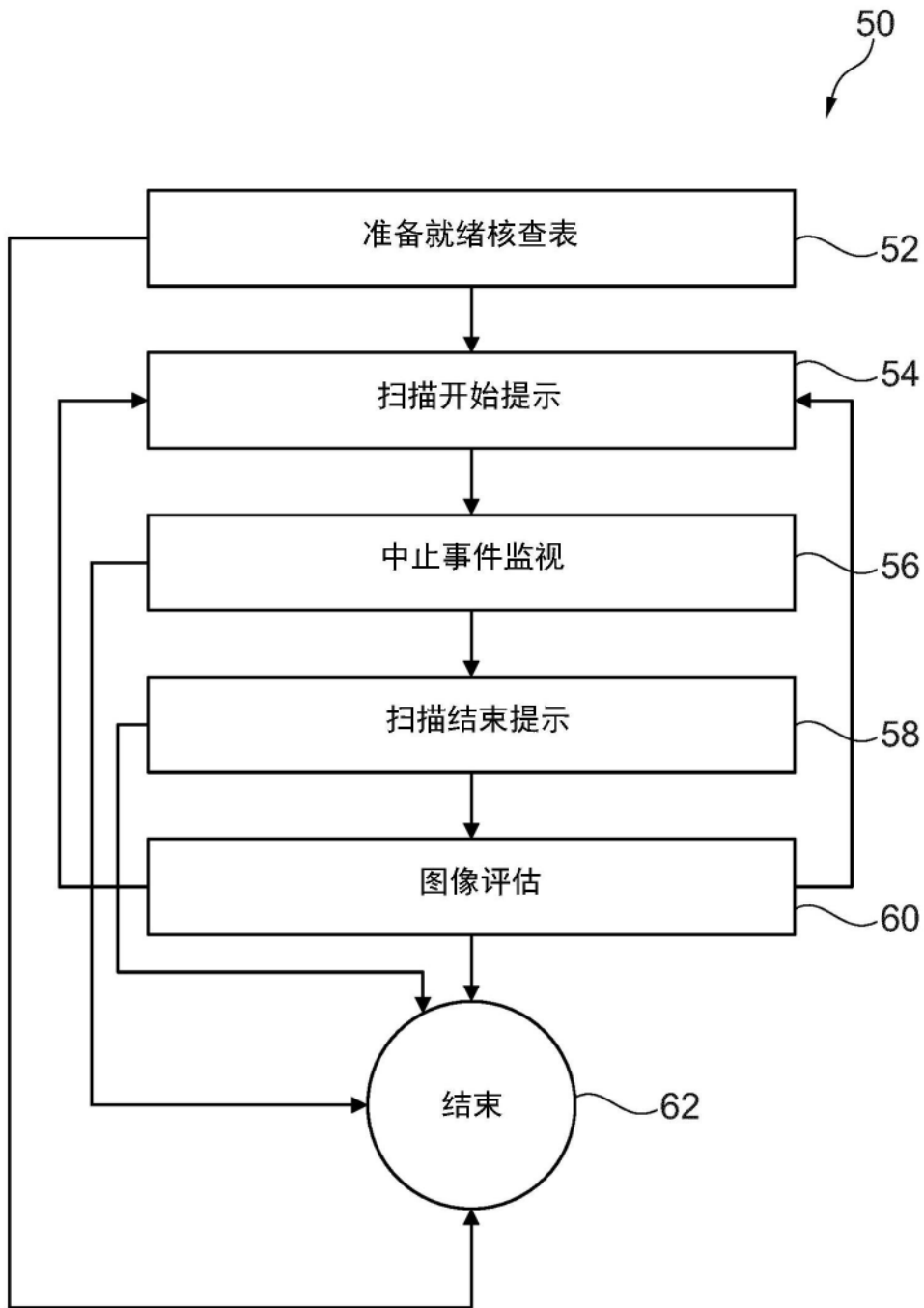


图3

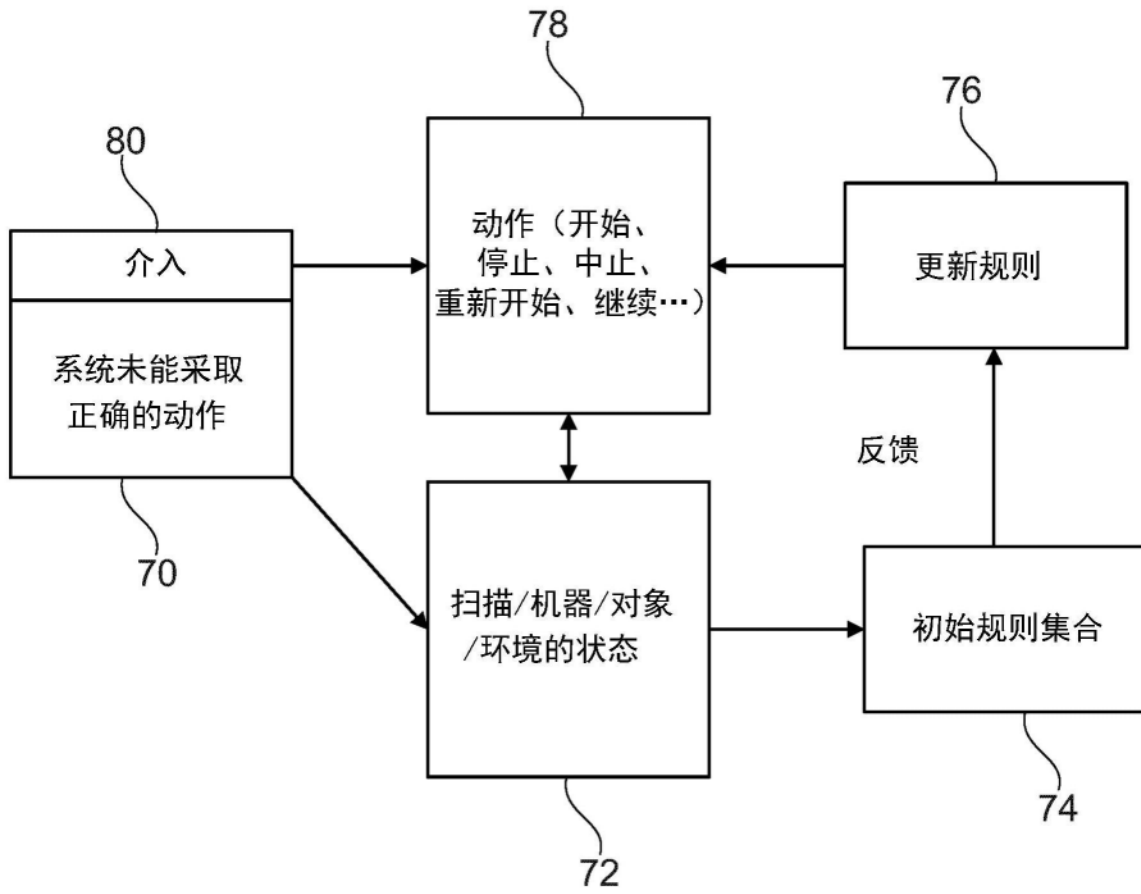


图4

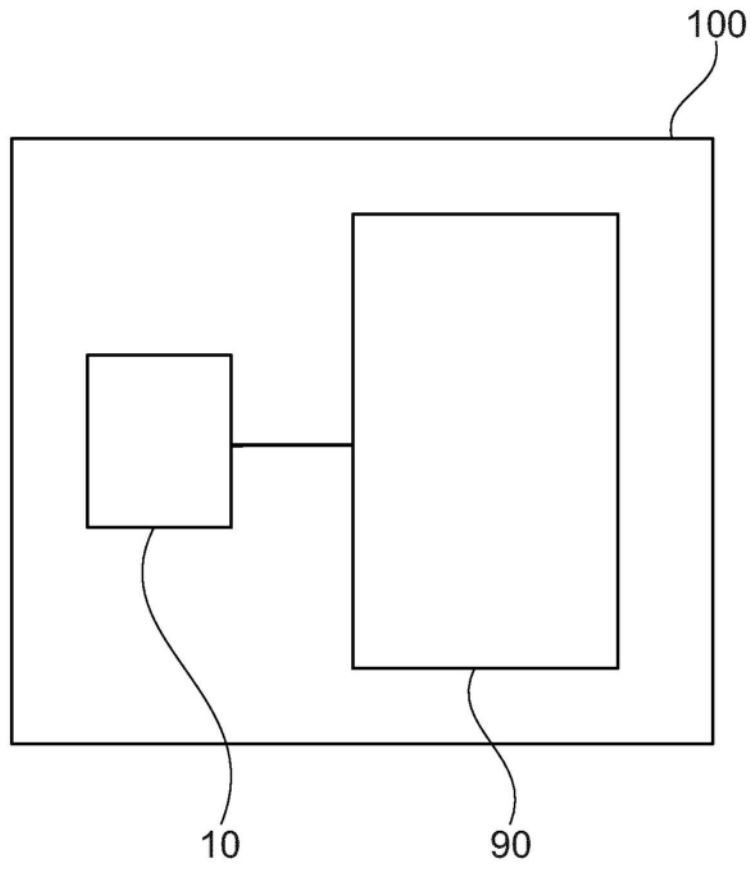


图5

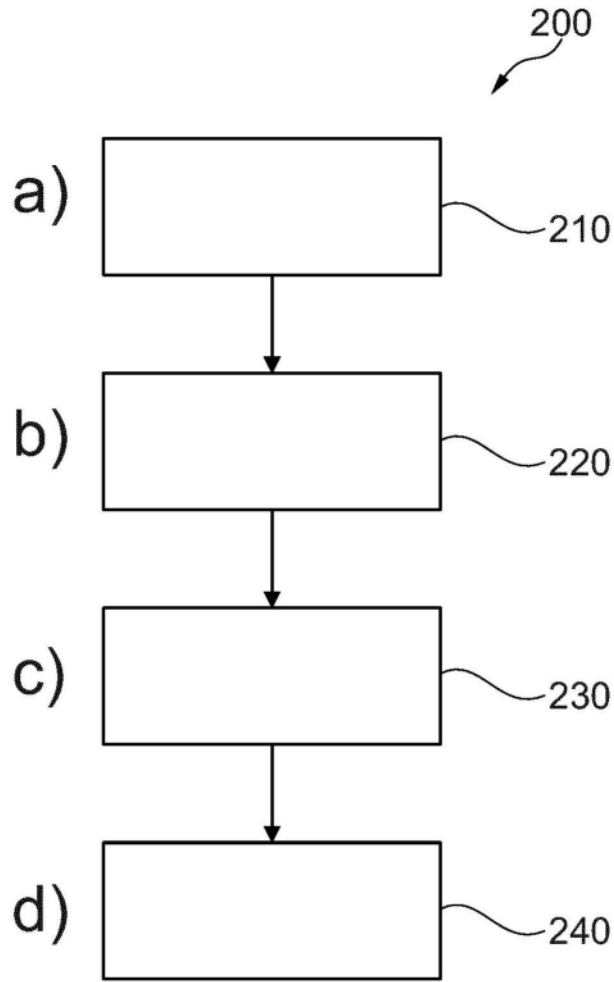


图6