



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112106145 A

(43) 申请公布日 2020.12.18

(21) 申请号 201980031967.7

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

(22) 申请日 2019.03.14

代理人 刘兆君

(30) 优先权数据

62/642694 2018.03.14 US

(51) Int.Cl.

G16H 30/20 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2020.11.12

G16H 40/20 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2019/056411 2019.03.14

(87) PCT国际申请的公布数据

WO2019/175304 EN 2019.09.19

(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 C·O·斯基拉 T·诺德霍夫

T·E·阿姆托尔

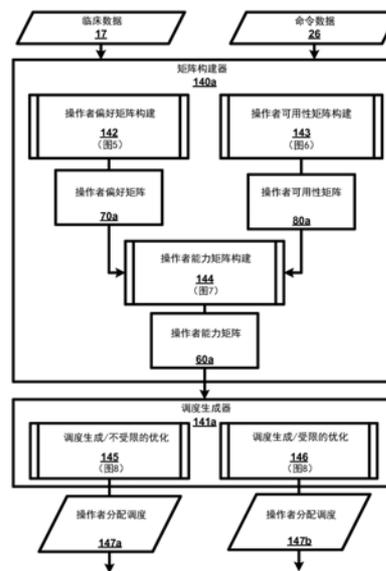
权利要求书4页 说明书12页 附图7页

(54) 发明名称

用于成像检查的集中控制的智能调度器

(57) 摘要

本公开的发明的各种实施例涉及矩阵的系统性框架,其被构建为用于根据多个调度的成像检查分配成像操作者来操作成像系统(11)的集中控制的基础。操作者偏好矩阵(70)和操作者可用性矩阵(80)被构建为提供操作者能力矩阵(60)的构建,所述操作者偏好矩阵包括通过所述成像操作者和所述调度的成像检查布置的操作者偏好条目的阵列,所述操作者可用性矩阵包括通过所述成像操作者和所述调度的成像检查布置的操作者可用性条目的阵列,所述操作者能力矩阵包括通过所述成像操作者和所述调度的成像检查布置的操作者能力条目的阵列,其中,所述操作者能力矩阵(60)用作用于生成用于所述成像操作者根据所述调度的成像检查操作所述成像系统(11)的操作者分配调度(50)的基础。



CN 112106145 A

1. 一种用于根据多个调度的成像检查来优化多个成像操作者的分配以操作多个成像系统(11)的智能调度控制器(40),所述智能调度控制器(40)包括处理器和非瞬态存储器,所述处理器和所述非瞬态存储器被配置为:

构建操作者偏好矩阵(70),所述操作者偏好矩阵包括通过所述成像操作者和所述调度的成像检查布置的操作者偏好条目的阵列,其中,每个操作者偏好条目表示针对对应的成像操作者执行对应的调度的成像检查的偏好的系统性量化;

构建操作者可用性矩阵(80),所述操作者可用性矩阵包括通过所述成像操作者和所述调度的成像检查布置的操作者可用性条目的阵列,其中,每个操作者可用性条目表示针对所述对应的操作者执行所述对应的调度的成像检查的可用性的系统性量化;

构建操作者能力矩阵(60),所述操作者能力矩阵包括通过所述成像操作者和所述调度的成像检查布置的操作者能力条目的阵列,其中,每个操作者能力条目是对应的操作者偏好条目和对应的操作者可用性条目的函数;并且

生成用于所述成像操作者根据所述调度的成像检查来操作所述成像系统(11)的操作者分配调度(50),其中,所述操作者分配调度(50)是根据所述操作者能力矩阵(60)导出的。

2. 根据权利要求1所述的智能调度控制器(40),其中,所述操作者偏好矩阵(70)的构建包括所述处理器和所述非瞬态存储器被配置为:

将每个调度的成像检查分配给多个检查类别中一个;并且

通过所述成像操作者和表示所述调度的成像检查的所述多个检查类别来构建所述操作者偏好条目的阵列。

3. 根据权利要求1所述的智能调度控制器(40),其中,所述操作者可用性矩阵(80)的构建包括所述处理器和所述非瞬态存储器被配置为:

将每个调度的成像检查分配给多个时隙中的一个;并且

通过所述成像操作者和表示所述调度的成像检查的所述多个时隙来构建所述操作者可用性条目的阵列。

4. 根据权利要求1所述的智能调度控制器(40),其中,所述操作者能力矩阵(60)的构建包括所述处理器和所述非瞬态存储器被配置为:

执行所述操作者偏好矩阵(70)和所述操作者可用性矩阵(80)的逐元素相乘。

5. 根据权利要求1所述的智能调度控制器(40),其中,所述操作者分配调度(50)的生成包括所述处理器和所述非瞬态存储器被配置为:

基于所述操作者能力条目,导出所述调度的成像检查到所述图像操作者的映射。

6. 根据权利要求5所述的智能调度控制器(40),

其中,所述操作者分配调度(50)的所述生成包括所述处理器和所述非瞬态存储器被配置为:

将限制应用于所述调度的成像检查到所述图像操作者的所述映射;并且

其中,所述限制表示能够分配给每个成像操作者的同时的调度的成像检查的最大数量。

7. 根据权利要求1所述的智能调度控制器(40),

其中,所述操作者偏好矩阵(70)的构建包括所述处理器和所述非瞬态存储器被配置为:

将每个调度的成像检查分配到多个检查类别中一个;并且

基于对检查类别的所述分配和针对所述每个检查类别的每个操作者的偏好,针对操作者数量和调度的检查数量的每个组合导出操作者偏好的映射;并且

其中,所述操作者分配调度(50)的生成包括所述处理器和所述非瞬态存储器被配置为:

基于所述操作者能力条目,导出所述调度的成像检查到所图成像操作者的映射和所述调度的成像检查到所述检查类别的映射中的至少一个。

8. 根据权利要求7所述的智能调度控制器(40),

其中,所述操作者分配调度(50)的所述生成包括所述处理器和所述非瞬态存储器被配置为:

将限制应用于所述调度的成像检查到所述成像操作者的所述映射和所述调度的成像检查到所述检查类别的所述映射中的所述至少一个;并且

其中,所述限制表示能够分配给每个成像操作者的同时的调度的成像检查的最大数量。

9. 一种非瞬态机器可读存储介质,其被编码有用于由处理器运行的指令以生成根据多个调度的成像检查来优化多个成像操作者的优化的分配以操作多个成像系统(11),所述非瞬态机器可读存储介质包括指令以:

构建操作者偏好矩阵(70),所述操作者偏好矩阵包括通过所述成像操作者和所述调度的成像检查布置的操作者偏好条目的阵列,其中,每个操作者偏好条目表示针对对应的成像操作者执行对应的调度的成像检查的偏好的系统性量化;

构建操作者可用性矩阵(80),所述操作者可用性矩阵包括通过所述成像操作者和所述调度的成像检查布置的操作者可用性条目的阵列,其中,每个操作者可用性条目表示针对所述对应的操作者执行所述对应的调度的成像检查的可用性的系统性量化;

构建操作者能力矩阵(60),所述操作者能力矩阵包括通过所述成像操作者和所述调度的成像检查布置的操作者能力条目的阵列,其中,每个操作者能力条目是对应的操作者偏好条目和对应的操作者可用性条目的函数;以及

生成用于所述成像操作者根据所述调度的成像检查来操作所述成像系统(11)的操作者分配调度(50),其中,所述操作者分配调度(50)是根据所述操作者能力矩阵(60)的优化导出的。

10. 根据权利要求9所述的非瞬态机器可读存储介质,其中,以下中的至少一项:

所述操作者偏好矩阵(70)的构建包括所述非瞬态机器可读存储介质包括指令以:

将每个调度的成像检查分配给多个检查类别中一个;并且

通过所述成像操作者和表示所述调度的成像检查的所述多个检查类别构建操作者偏好条目的所述阵列;并且

所述操作者可用性矩阵(80)的构建包括所述非瞬态机器可读存储介质包括指令以:

将每个调度的成像检查分配给多个时隙中的一个;并且

通过所述成像操作者和表示所述调度的成像检查的所述多个时隙构建操作者可用性条目的所述阵列。

11. 根据权利要求9所述的非瞬态机器可读存储介质,其中,所述操作者能力矩阵(60)

的构建包括所述非瞬态机器可读存储介质包括指令以：

执行所述操作者偏好矩阵 (70) 和所述操作者可用性矩阵 (80) 的逐元素相乘。

12. 根据权利要求9所述的非瞬态机器可读存储介质, 其中, 所述操作者分配调度 (50) 的生成包括所述非瞬态机器可读存储介质包括指令以：

基于所述操作者能力条目, 导出所述调度的成像检查到所述成像操作者的映射。

13. 根据权利要求12所述的非瞬态机器可读存储介质, 其中, 所述操作者分配调度 (50) 的所述构建包括所述非瞬态机器可读存储介质包括指令以：

将限制应用于所述调度的成像检查到所述成像操作者的所述映射, 其中, 所述限制表示能够分配给每个成像操作者的同时的调度的成像检查的最大数量。

14. 根据权利要求9所述的非瞬态机器可读存储介质,

其中, 所述操作者偏好矩阵 (70) 的构建包括所述非瞬态机器可读存储介质包括指令以：

将每个调度的成像检查分配给多个检查类别中一个; 并且

基于对检查类别的所述分配和针对所述每个检查类别的每个操作者的偏好, 针对操作者数量和调度的检查数量的每个组合导出操作者偏好的映射; 并且

其中, 所述操作者分配调度 (50) 的生成包括所述非瞬态机器可读存储介质包括指令以：

基于所述操作者能力条目, 导出所述调度的成像检查到所述成像操作者的映射和所述调度的成像检查到所述检查类别的映射中的至少一个。

15. 根据权利要求14所述的非瞬态机器可读存储介质, 其中, 所述操作者分配调度 (50) 的所述生成包括所述非瞬态机器可读存储介质包括指令以：

将限制应用于所述调度的成像检查到所述成像操作者的所述映射和所述调度的成像检查到所述检查类别的所述映射中的所述至少一个, 其中, 所述限制表示能够分配给每个成像操作者的同时的调度的成像检查的最大数量。

16. 一种用于根据多个调度的成像检查来优化多个成像操作者的分配以操作多个成像系统 (11) 的智能调度控制器 (40), 所述智能成像调度方法包括处理器和非瞬态存储器：

构建操作者偏好矩阵 (70), 所述操作者偏好矩阵包括通过所述成像操作者和所述调度的成像检查布置的操作者偏好条目的阵列, 其中, 每个操作者偏好条目表示针对对应的成像操作者执行对应的调度的成像检查的优选的系统性量化;

构建操作者可用性矩阵 (80), 所述操作者可用性矩阵包括通过所述成像操作者和所述调度的成像检查布置的操作者可用性条目的阵列, 其中, 每个操作者可用性条目表示针对所述对应的操作者执行所述对应的调度的成像检查的可用性的系统性量化;

构建操作者能力矩阵 (60), 所述操作者能力矩阵包括通过所述成像操作者和所述调度的成像检查布置的操作者能力条目的阵列, 其中, 每个操作者能力条目是对应的操作者偏好条目和对应的操作者可用性条目的函数; 并且

生成用于所述成像操作者根据所述调度的成像检查操作所述成像系统 (11) 的操作者分配调度 (50), 其中, 所述操作者分配调度 (50) 是根据所述操作者能力矩阵 (60) 导出的。

17. 根据权利要求16所述的智能成像调度方法, 其中, 以下中的至少一项：

所述操作者偏好矩阵 (70) 的所述构建包括所述处理器和所述非瞬态存储器：

将每个调度的成像检查分配给多个检查类别中一个;并且
通过所述成像操作者和表示所述调度的成像检查的所述多个检查类别构建操作者偏好条目的所述阵列;并且

所述操作者可用性矩阵 (80) 的所述构建包括所述处理器和所述非瞬态存储器:

将每个调度的成像检查分配给多个时隙中的一个;并且

通过所述成像操作者和表示所述调度的成像检查的所述多个时隙构建操作者可用性条目的所述阵列。

18. 根据权利要求16所述的智能成像调度方法,其中,所述操作者能力矩阵 (60) 的所述构建包括所述处理器和所述非瞬态存储器:

执行所述操作者偏好矩阵 (70) 和所述操作者可用性矩阵 (80) 的逐元素相乘。

19. 根据权利要求16所述的智能成像调度方法,其中,所述操作者分配调度 (50) 的所述生成包括所述处理器和所述非瞬态存储器:

基于所述操作者能力条目,导出所述调度的成像检查到所述图像操作者的映射和所述调度的成像检查到所述检查类别的映射中的至少一个;并且

将限制应用于所述调度的成像检查到所述图像操作者的所述映射的所述至少一个,其中,所述限制表示能够分配给每个成像操作者的同时的调度的成像检查的最大数量。

20. 根据权利要求9所述的非瞬态机器可读存储介质,

其中,所述操作者偏好矩阵 (70) 的所述构建包括所述处理器和所述非瞬态存储器:

将每个调度的成像检查分配给多个检查类别中一个;并且

基于对检查类别的所述分配和针对所述每个检查类别的每个操作者的偏好,针对操作者数量和调度的检查数量的每个组合导出操作者偏好的映射;以及

其中,所述操作者分配调度 (50) 的生成包括所述处理器和所述非瞬态存储器:

基于所述操作者能力条目,导出所述调度的成像检查到所述成像操作者的映射和所述调度的成像检查到所述检查类别的映射;并且

将限制应用于所述调度的成像检查到所述成像操作者的所述映射和所述调度的成像检查到所述检查类别的所述映射,其中,所述限制表示能够分配给每个成像操作者的同时的调度的成像检查的最大数量。

用于成像检查的集中控制的智能调度器

技术领域

[0001] 本公开中描述的各种实施例涉及用于由本地地或远程地操作成像系统(例如,X-射线系统、计算机断层摄影系统、磁共振成像系统等)的成像操作者执行的成像检查的集中控制的系统、设备和方法。

背景技术

[0002] 通常,成像系统的操作者在现场基于每日准备的检查调度来执行成像检查。因此,为了便于调度的检查由成像操作者的富有成效的执行,针对操作者的调度的成像检查的顺序链的队列可以根据最小化成像操作者的空闲时间并且最大化成像操作者的任何专长被优化以提升时间高效的有质量的成像检查。

[0003] 目前,成像操作者可以本地地或远程地同时操作一系列成像系统。因此,优化针对单个成像操作者的顺序调度的检查的队列的挑战变为优化被分布在X个成像操作者($X \geq 2$)和Y个成像系统($Y \geq 2$)的整体之中的多个调度的成像检查的队列的挑战,其中,成像系统可以具有相同的类型/模型、相同的类型/不同的模型和/或具有不同的类型。

[0004] 由本地地或远程地操作成像系统的成像操作者执行的成像检查的集中控制的想法以评估与时间高效的高质量成像检查相关的许多参数为前提,例如,每个成像操作者的专长和可用性、要被执行的成像检查的类型、要被成像的患者的概况和可用性、以及每个成像系统的能力和操作状况。基于此类评估,由本地地或远程地操作成像系统的成像操作者执行的成像检查的想法进一步以优化被分布在X个成像操作者和Y个成像系统的整体之中的调度的成像检查的队列以促进时间高效的高质量成像检查为前提。然而,由于解决与时间高效的高质量成像检查相关的许多参数的复杂性和动态变化的有限的人类认知,这种集中控制想法的基于手动的应用是不切实际的且不利主观的。

发明内容

[0005] 本公开中描述的实施例提供了矩阵的系统性框架,其被构建为用于根据多个调度的成像检查分配成像操作者来操作成像系统的集中控制的基础。构建的矩阵的系统性框架解决了与时间高效的高质量成像检查相关的许多参数的复杂性和动态变化。

[0006] 一般来说,矩阵的系统性框架包括(1)指示针对特定调度的成像检查的操作成像系统的每个成像操作者的偏好的操作者偏好矩阵,(2)指示针对特定调度的成像检查的操作成像系统的每个成像操作者的可用性的操作者可用性矩阵、以及(3)指示针对特定调度的成像检查的操作成像系统的每个成像操作者的能力的操作者能力矩阵,其中,针对每个成像操作者的能力从操作者偏好矩阵和操作者可用性矩阵的组合导出。矩阵的该系统性框架便于根据调度的成像检查的用于操作成像系统的成像操作者的操作者分配调度的系统性生成。

[0007] 本公开的发明的一个实施例是一种用于优化根据调度的成像检查操作成像系统的成像操作者的分配的智能调度控制器。所述智能成像调度控制器包括处理器和非瞬态存

储器,所述处理器和所述非瞬态存储器被配置为:(1)构建操作者偏好矩阵,所述操作者偏好矩阵包括通过多个成像操作者和多个调度的成像检查布置的操作者偏好条目的阵列,其中,每个操作者偏好条目表示针对对应的成像操作者执行对应的调度的成像检查的偏好的系统性量化,(2)构建操作者可用性矩阵,所述操作者可用性矩阵包括通过所述成像操作者和所述调度的成像检查布置的操作者可用性条目的阵列,其中,每个操作者可用性条目表示所述对应的操作者执行所述对应的调度的成像检查的可用性的系统性量化,(3)构建操作者能力矩阵,所述操作者能力矩阵包括通过所述成像操作者和所述调度的成像检查布置的操作者能力条目的阵列,其中,每个操作者能力条目是对应的操作者偏好条目和对应的操作者可用性条目的函数,并且(4)生成用于所述成像操作者根据所述调度的成像检查操作所述成像系统的操作者分配调度,其中,所述优化的成像调度根据所述操作者能力矩阵导出。

[0008] 本公开的发明的第二实施例是一种非瞬态机器可读存储介质,其被编码有用于由处理器运行的指令以便优化根据多个调度的成像检查操作多个成像系统的多个成像操作者的分配。所述非瞬态机器可读存储介质包括指令以:(1)构建操作者偏好矩阵,所述操作者偏好矩阵包括通过多个成像操作者和多个调度的成像检查布置的操作者偏好条目的阵列,其中,每个操作者偏好条目表示对应的成像操作者执行针对对应的调度的成像检查的偏好的系统性量化,(2)构建操作者可用性矩阵,所述操作者可用性矩阵包括通过所述成像操作者和所述调度的成像检查布置的操作者可用性条目的阵列,其中,每个操作者可用性条目表示所述对应的操作者执行所述对应的调度的成像检查的可用性的系统性量化,(3)构建操作者能力矩阵,所述操作者能力矩阵包括通过所述成像操作者和所述调度的成像检查布置的操作者能力条目的阵列,其中,每个操作者能力条目是对应的操作者偏好条目和对应的操作者可用性条目的函数,并且(4)生成用于所述成像操作者根据所述调度的成像检查操作所述成像系统的操作者分配调度,其中,所述优化的成像调度根据所述操作者能力矩阵导出。

[0009] 本公开的发明的第三实施例是一种智能调度控制器,其用于优化根据多个调度的成像检查来操作多个成像系统的多个成像操作者的分配。所述智能成像调度方法包括处理器和非瞬态存储器(1)构建操作者偏好矩阵,所述操作者偏好矩阵包括通过多个成像操作者和多个调度的成像检查布置的操作者偏好条目的阵列,其中,每个操作者偏好条目表示对应的成像操作者执行针对对应的调度的成像检查的偏好的系统性量化,(2)构建操作者可用性矩阵,所述操作者可用性矩阵包括通过所述成像操作者和所述调度的成像检查布置的操作者可用性条目的阵列,其中,每个操作者可用性条目表示所述对应的操作者执行所述对应的调度的成像检查的可用性的系统性量化,(3)构建操作者能力矩阵,所述操作者能力矩阵包括通过所述成像操作者和所述调度的成像检查布置的操作者能力条目的阵列,其中,每个操作者能力条目是对应的操作者偏好条目和对应的操作者可用性条目的函数,并且(4)生成用于所述成像操作者根据所述调度的成像检查操作所述成像系统的操作者分配调度,其中,所述优化的成像调度根据所述操作者能力矩阵导出。

[0010] 为了描述和要求保护本公开的发明的目的:

[0011] (1)本公开的领域的术语应该如在本公开的领域中已知和在本公开中示范性地描述的那样宽泛地进行解读;

[0012] (2) 术语“成像检查”宽泛地涵盖涉及患者的成像的任何医学程序,包括但不限于成像扫描(例如,磁共振成像扫描、计算机断层摄影成像扫描、X-射线扫描、正电子发射断层摄影扫描和超声扫描)和图像引导的介入(例如,图像引导的手动导航介入和图像引导的机器人导航介入)。

[0013] (2) 术语“控制器”宽泛地涵盖如本公开的领域中所理解的和如本公开中示范性描述的用于如随后在本公开中描述的那样控制本公开的各种发明原理的应用的专用主板或专用集成电路的所有结构构造。控制器的结构构造可以包括但不限于(一个或多个)处理器、(一个或多个)计算机可用/计算机可读存储介质、操作系统、(一个或多个)应用模块、(一个或多个)外围设备控制器、(一个或多个)槽和(一个或多个)端口;

[0014] (3) 术语“模块”宽泛地涵盖被并入在控制器内或可由控制器访问的由用于执行特定应用的电路和/或可执行程序(例如,被存储在(一个或多个)非瞬态计算机可读介质上的可执行软件和/或固件)组成的模块;并且

[0015] (4) 本文中用于术语“模块”的描述性标签便于如本文中所描述和要求保护的模块之间的区别,而不指定或暗含对术语“模块”的任何额外限制;

[0016] (5) 术语“信号”、“数据”和“命令”宽泛地涵盖如本公开的领域中理解和如本公开中示范性描述的用于传输支持如随后在本公开中描述的那样应用各种本公开的发明原理的信息和/或指令的所有形式的可检测物理量或脉冲(例如,电压、电流、磁场强度、阻抗、颜色)。被本公开的发明涵盖的信号/数据/命令通信可以涉及如本公开的领域中已知的通信方法,包括但不限于过任何类型的有线或无线数据链路的数据发射/接收和被上传到计算机可用/计算机可读存储介质的数据的读取;并且

[0017] (6) 本文中用于术语“信号”、“数据”和“命令”的描述性标签便于如本文中描述和要求保护的模块之间的区别,而不指定或暗含对术语“信号”和“数据”的任何额外限制。

[0018] 结合附图阅读本公开的发明的各种实施例的以下详细描述,本公开的发明的前述实施例和其他实施例以及本公开的各种特征和优点将变得更加显而易见。详细描述和附图仅仅是对本公开的发明的说明而非限制,本公开的发明的范围由权利要求及其等价方案限定。

附图说明

[0019] 为了更好地理解各种范例实施例,对附图进行参考,其中:

[0020] 图1图示了根据本公开的优化的成像检查系统的示范性实施例;

[0021] 图2图示了根据本公开的优化的磁共振成像检查系统的示范性实施例;

[0022] 图3图示了根据本公开的智能调度控制器的示范性实施例;

[0023] 图4图示了根据本公开的矩阵构建器和矩阵优化器的示范性实施例;

[0024] 图5图示了表示根据本公开的操作者偏好矩阵生成的示范性实施例的流程图;

[0025] 图6图示了表示根据本公开的操作者可用性矩阵生成的示范性实施例的流程图;

[0026] 图7图示了表示根据本公开的操作者能力矩阵生成的示范性实施例的流程图;

[0027] 图8图示了表示根据本公开的操作者能力矩阵优化的示范性实施例的流程图;以及

[0028] 图9图示了根据本公开的操作者偏好矩阵、操作者可用性矩阵和操作者能力矩阵

的示范性实施例。

具体实施方式

[0029] 本文中呈现的描述和附图图示了各种原理。应当理解,本领域技术人员将能够设计出各种布置,这些布置虽然未在本文中得到明确描述或图示,但是却体现出这些原理并且被包括在本公开的范围。如本文中所使用的,除非另有指示(例如,“或者在其他情况下”或“或者在备选方案中”),否则本文中所使用的术语“或”指的是非排他性或(即,和/或)。另外,本公开中描述的各种实施例不一定是相互排斥的并且可以进行组合以产生包含本公开描述的原理的额外实施例。

[0030] 为了便于本公开的发明的理解,图1的以下描述教导了本公开的优化的成像检查系统,并且图2教导了作为图1的优化的成像检查系统的示范性实施例的本公开的磁共振成像系统。根据图1和2的描述,本公开的领域的技术人员将会意识到如何将本公开应用于制作并使用本公开的优化的成像检查系统的许多和各种额外实施例。

[0031] 参考图1,本公开的示范性优化的成像检查系统包含成像临床现场10、成像操作者命令中心20和智能调度控制器40。如图1中示出的,成像临床现场10包括被连接到一个或多个通信网络30(例如,互联网、蜂窝网络等)的内联网16,成像操作者命令中心20包括被连接到一个或多个网络30的内联网25,并且智能调度控制器40被连接到一个或多个通信网络30。

[0032] 替代地在实践中,内联网16和内联网25可以构成被连接到一个或多个网络30的单个内联网,如通过虚线箭头表示的。此外,智能调度控制器40可以被连接到成像临床现场10的内联网16,或可以被连接到成像操作者命令中心20内联网25。

[0033] 此外在实践中,成像临床现场10、成像操作者命令中心20和智能调度控制器40可以物理地位于相同的位置和/或不同的位置处。

[0034] 而且在实践中,额外的成像临床现场10和/或成像操作者命令中心20可以被连接到一个或多个网络30。

[0035] 类似地,参考图2,本公开的示范性优化的磁共振成像(MRI)检查系统包含MRI临床现场110、MRI操作者命令中心120和智能调度控制器140。如图2中示出的,MRI临床现场110包括被连接到一个或多个通信网络130(例如,互联网、蜂窝网络等)的内联网116,MRI操作者命令中心120包括被连接到一个或多个网络130的内联网125,并且智能调度控制器140被连接到一个或多个通信网络130。

[0036] 替代地在实践中,内联网116和内联网125可以构成被连接到一个或多个网络130的单个内联网,如通过虚线箭头表示的。此外,智能调度控制器140可以被连接到MRI临床现场110的内联网116,或可以被连接到MRI操作者命令中心120内联网125。

[0037] 额外地在实践中,MRI临床现场110、MRI操作者命令中心120和智能调度控制器140可以物理地位于相同的位置和/或不同的位置处。

[0038] 而且在实践中,额外的MRI临床现场110和/或MRI操作者命令中心120可以被连接到一个或多个网络130。

[0039] 回来参考图1,成像临床现场10采用如本公开的领域中已知的Y数量的成像系统11(例如,X射线系统、计算机断层摄影系统、磁共振成像系统等), $Y \geq 2$ 。在一个实施例中,如图

2中示出的,成像系统11是位于MRI临床现场110内的各种磁共振成像扫描器111。

[0040] 回来参考图1,成像临床现场10还采用Y数量的成像主机系统12、检查状态机13、系统配置数据库14和设施IT系统15。

[0041] 每个成像主机系统12如本公开的领域中已知的那样被配置用于收集并记录相关联的成像系统11的信息和系统参数,并且在任何时间提供相关联的成像系统11的当前操作状态。在实践中,每个主机系统12可以被实施为软件/固件模块,其是相关联的成像系统11的部件或者在被连接到相关联的成像系统11和内联网16的服务器上(例如,在如图2中示出的被连接到MRI临床现场110的内联网116的应用服务器112上)独立地运行。

[0042] 回来参考图1,检查状态机13是如本公开的领域中已知的那样配置的收集所有可用的成像主机系统12的信息以在任何时间提供关于成像系统11的整体的信息的子系统。在实践中,检查状态机13可以被实施为作为成像主机系统12中的一个的部件或在被连接到内联网16的服务器上独立地运行的软件/固件模块,例如,在如图2中示出的被连接到MRI临床现场110的内联网116的文件传输协议服务器113上运行的软件/固件模块。

[0043] 回来参考图1,系统配置数据库14如本公开的领域中已知的那样被配置为存储成像系统11的当前或可能的配置。该信息包括但不限于成像系统11的可用的硬件部件,例如,像用于MR成像的图2的MRI扫描器111的成像线圈。在实践中,系统配置数据库14可以被实施为作为检查状态机13的部件或在被连接到内联网16的服务器上独立地运行的软件/固件模块,例如,在如图2中示出的被连接到MRI临床现场110的内联网116的数据库管理服务器114上运行的软件/固件模块。

[0044] 回来参考图1,设施IT系统15提供关于在成像临床现场10处的成像检查下或被调度用于成像临床现场10处的成像检查的患者的信息,如本公开的领域中已知的。在实践中,设施IT系统15可以是在内联网16上独立地操作的已知IT系统(例如,HIS、RIS或PACS),例如,操作为如图2中示出的被连接到MRI临床现场110的内联网116的文件管理服务器115的设施IT系统115。

[0045] 回来参考图1,如所构建的成像临床现场10导致与智能调度控制器40相关的数据集以根据多个调度的成像检查系统性地分配成像操作者来操作成像系统11,如将会在本公开中进一步描述的。该临床数据集包括经由检查状态机13和系统配置数据库14的关于系统硬件的信息。临床数据集还包括经由设施IT系统15的关于患者和检查调度的信息。

[0046] 系统硬件信息的范例包括但不限于(1)每个成像系统11的年龄、(2)成像系统11上的安装的应用(例如,专门的心脏成像应用)、(3)每个成像系统11的特点(例如,用于老人的较低患者检查台)、(4)被指定用于紧急情况的成像系统11和(5)每个成像系统11的运行时间。

[0047] 患者信息的范例包括但不限于(1)患者细节/可用性(例如,年龄、性别、植入物、身体限制、BMI、体重、身高、焦虑、行程时间、时间优选和健康的社交不利因素)和(2)转诊细节(例如,医学历史和转诊来源)。

[0048] 检查调度信息的范例包括但不限于(1)特定类型的扫描的日常调度(例如,星期一心脏扫描、星期二肺部扫描等)、(2)成像时间的模式(例如,星期一下午似乎慢于星期二上午)和(3)对于年龄的时间考虑、患者的焦虑水平和行程时间。

[0049] 在实践中,来自成像系统11和设施IT系统15的临床数据可以被匿名地传输到智能

调度控制器40,其中,智能调度控制器40可以被实施为非现场服务(例如,云服务)而不损害患者隐私性。

[0050] 回来参考图1,成像操作者命令中心20采用如本公开的领域中已知的那样被配置用于操作成像系统11的X数量的操作者工作站21, $X \geq 2$ 。在实践中,操作者工作站21可以以本公开的领域中已知的任何类型的工作站的方式被实施,例如,如图2中示出的由监测器、键盘和个人计算机组成的MRI操作者命令中心120的MRI工作站121。

[0051] 回来参考图1,成像操作者命令中心20还采用操作者状态机22、操作者数据库23和操作者队列24。

[0052] 操作者状态机22是如本公开的领域中已知的那样配置的收集关于个体可用性的所有操作者的信息以经由操作者工作站21操作一个或多个成像系统11的子系统。在实践中,操作者状态机22可以被实施为在被连接到内联网25的服务器上独立地运行的软件/固件模块,例如,在如图2中示出的被连接到MRI操作者命令中心120的内联网125的文件传输协议服务器122上运行的软件/固件模块。

[0053] 回来参考图1,操作者数据库23如本公开的领域中已知的那样被配置为存储关于成像操作者的信息,包括但不限于执行日志、扫描偏好、每个特定检查的平均扫描时间和操作者专长。在实践中,操作者数据库23可以被实施为作为操作者状态机22的部件或在被连接到内联网25的服务器上独立地运行的软件/固件模块,例如,在如图2中示出的被连接到MRI操作者命令中心120的内联网125的数据库管理服务器123上运行的软件/固件模块。

[0054] 额外地,在实践中,操作者数据库23可以利用成像临床现场10的(一个或多个)监督者对成像操作者的评价和/或利用由成像操作者进行的自我评价被初始化。操作者数据库此后可以基于由成像操作者执行的成像检查被自动更新。这种更新包括但不限于(1)训练元数据(例如,总成像检查持续时间、重新检查的数量、放弃的成像检查的数量、以及协议与最佳协议设置的选择)和(2)评估时间(例如,患者满意度、成像操作者反馈和工作人员反馈)的输入。

[0055] 而且在实践中,基于每个成像操作者的训练,操作者数据库23可以还被配置为向成像操作者建议特定的训练,以便建立和/或增加在某些成像方面或相关联的领域中的专长。

[0056] 回来参考图1,操作者队列124如本公开的领域中已知的那样被配置为包括每个成像操作者的调度的成像检查的当前列表并且接收来自智能调度控制器40的更新。操作者队列124也可以充当MRI操作者命令中心120的前端系统以可视化排队信息和相关的信息(例如,关于成像系统11和关键患者数据的信息)。在实践中,操作者队列24可以被实施为作为操作者状态机22的部件或在被连接到内联网25的服务器上独立地运行的软件/固件模块,例如,在如图2中示出的被连接到MRI操作者命令中心120的内联网125的文件管理服务器124上运行的软件/固件模块。

[0057] 回来参考图1,如所构建的成像操作者命令中心20导致与智能调度控制器40相关的数据集以根据多个调度的成像检查系统性地分配成像操作者来操作成像系统11,如将会在本公开中进一步描述的。该命令数据集包括关于操作者专长、偏好、经由操作者状态机22的可用性和调度、操作者数据库23和操作者队列24的信息。

[0058] 操作者专长/偏好的范例(例如,操作者卡)包括但不限于(1)每个成像操作者的教

育背景和训练水平、(2) 每个成像操作者的经验的(一个或多个)年度和(一个或多个)类型、(3) 每个成像操作者的图像质量评价、以及(4) 每个成像操作者的特点(例如,心脏成像专门医师、老人成像专门医师、对比剂注射专门医师等)。

[0059] 操作者可用性和调度的范例包括但不限于(1) 每个成像操作者的每周调度(例如,成像操作者John Doe通常仅在周一可用并且成像操作者Jane Doe通常在周末可用)和(2) 每个成像操作者的全时间和部分时间状况。

[0060] 在实践中,来自操作者状态机22和操作者数据库23的命令数据可以根据成像操作者的参考数量而非个人信息被匿名地传输到智能调度控制器40。对于该实施例,智能调度控制器40可以将关于具体的成像系统11和调度的成像检查的信息上传到操作者队列24内,其中,成像操作者可以将个人信息直接通信给相关联的成像主机系统12。

[0061] 仍然参考图1,智能调度控制器40根据本公开被配置为提供被构建为用于根据多个调度的成像检查分配成像操作者来操作成像系统11的集中控制的基础的矩阵的系统性框架。一般来说,矩阵的系统性框架包括(1) 指示针对具体的调度的成像检查的操作成像系统11的每个成像操作者的偏好的操作者偏好矩阵70,(2) 指示针对具体的调度的成像检查的操作成像系统11的每个成像操作者的可用性的操作者可用性矩阵80、以及(3) 指示针对特定的调度的成像检查的操作成像系统11的每个成像操作者的能力的操作者能力矩阵60,其中,每个成像操作者的能力从操作者偏好矩阵70和操作者可用性矩阵80的组合导出。矩阵的这种系统性框架便于根据调度的成像检查的用于操作成像系统11的成像操作者的操作者分配调度50的系统性生成。

[0062] 更具体地,为了构建操作者偏好矩阵70,智能调度控制器40输入与确定每个成像操作者可以多好地执行调度的成像检查相关的信息,包括但不限于(1) 来自设施IT系统15的检查调度、(2) 来自设施IT系统15的患者和转诊细节、(3) 来自系统配置数据库14的成像系统11的配置和(4) 来自操作者数据库23的操作者专长。如针对本公开中的智能调度控制器40的示范性实施例进一步描述的,输入的信息可以由智能调度控制器40经由如本领域中已知的机器学习机器算法来处理,以按照每个规划的成像检查计算每个成像操作者的操作者偏好评分,由此每个操作者偏好评分用作进入操作者偏好矩阵70的入口。在实践中,操作者偏好评分可以是二值评分(例如,对于非优选的,"0",并且对于优选的,"1")或在从最不优选水平至最优选水平的范围内变动(例如,以0.1为单位在从"0"最不优选水平至"1"最优选水平的范围内变动)的水平评分。

[0063] 为了构建操作者可用性矩阵80,智能调度控制器40输入与确定哪些成像操作者最适合于执行具体的调度的成像检查相关的信息,包括但不限于(1) 来自设施IT系统15的检查调度、(2) 来自操作者状态机22的每个成像操作者的可用性、(3) 来自检查状态机13的每个成像系统11的可用性和(4) 来自设施IT系统15的每个患者的可用性。如针对本公开中的智能调度控制器40的示范性实施例进一步描述的,输入的信息可以由智能调度控制器40经由如本领域中已知的机器学习机器算法来处理,以按照每个规划的成像检查计算每个成像操作者的操作者可用性评分,由此每个操作者可用性评分用作进入操作者可用性矩阵80的入口。在实践中,操作者可用性评分可以是二值评分(例如,对于不可用的,"0",并且对于可用的,"1")或在从最不偏好水平至最偏好水平的范围内变动(例如,以0.1为单位在从"0"最不可用水平至"1"最可用水平的范围内变动)的水平评分。

[0064] 为了构建操作者能力矩阵60,智能调度控制器40以便于操作者分配调度50的生成的方式组合操作者偏好矩阵70和操作者可用性矩阵80。在实践中,操作者偏好矩阵70和操作者可用性矩阵80的组合可以包含如本公开的领域中已知的任何线性组合技术。如将会针对本公开中的智能调度控制器40的示范性实施例进一步描述的,矩阵元素的相乘对于具有完全相同的表格阵列的操作者偏好矩阵70和操作者可用性矩阵80的实施例是更可取的,由此操作者能力评分根据对应的操作者偏好评分和对应的操作者可用性评分来计算。

[0065] 为了生成操作者分配调度60,智能调度控制器40基于操作者能力矩阵80将具体的成像操作者映射到每个调度的成像检查。为了优化操作者分配调度60,如将会针对本公开中的智能调度控制器40的示范性实施例进一步描述的,智能调度控制器40可以在将具体的成像操作者映射到每个调度的成像检查时执行多维优化算法。

[0066] 在实践中,智能调度控制器40的目的可以是构建矩阵60、70、80,并且生成分配调度50以优化特定参数(例如,总成像时间或成像质量度量)或多个参数的组合(例如,总成像时间和成像质量度量的组合)。

[0067] 额外地,在实践中,智能调度控制器40可以还被配置为提供关于成像系统11和成像操作者的执行信息的分析。这种分析可以用来作为到用于改善成像系统配置、成像操作者训练和/或每个成像系统11或整体的工作流优化的方法的输入。

[0068] 而且在实践中,智能调度控制器40可以被实施为调度设备的唯一控制器或为调度系统的部件。例如,如图2中示出的,智能调度控制器40可以被实施为经由工作站141可访问的调度服务器140的部件,或得替代地,可以是工作站141等(例如,笔记本电脑或平板电脑)的唯一控制器。

[0069] 为了便于本公开的发明的进一步理解,图3-9的以下描述教导了本公开的智能调度控制器40的各种实施例。根据图3-9的描述,本公开的领域的技术人员将会意识到如何将本公开应用于制作并使用本公开的智能调度控制器的许多和各种额外实施例。

[0070] 图3图示了提供被构建为用于根据多个调度的成像检查分配成像操作者来操作成像系统11(图1)的集中控制的基础的矩阵的系统性框架的智能调度控制器40(图1)的实施例40a。如图所示,控制器40a包括经由一个或多个系统总线46相互连接的处理器41、存储器42、用户接口43、网络接口44和存储设备45。在实践中,控制器40a的部件41-45的实际组织可以比所图示的更复杂。

[0071] 处理器41可以是能够执行被存储在存储器或存储设备中的指令或要不然处理数据的任何硬件设备。因此,处理器41可以包括微处理器、现场可编程门阵列(FPGA)、专用集成电路(ASIC)或其他类似的设备。

[0072] 存储器42可以包括各种存储器,例如L1、L2或L3高速缓冲存储器或系统存储器。因此,存储器42可以包括静态随机存取存储器(SRAM)、动态RAM(DRAM)、闪速存储器、只读存储器(ROM)或其他类似的存储器设备。

[0073] 用户接口43可以包括用于实现与用户(诸如管理员)通信的一个或多个设备。例如,用户接口43可以包括显示器、鼠标和用于接收用户命令的键盘。在一些实施例中,用户接口43可以包括可以经由网络接口44被呈现给远程终端的命令行接口或图形用户接口。

[0074] 网络接口44可以包括用于实现与其他硬件设备通信的一个或多个设备。例如,网络接口44可以包括被配置为根据以太网协议进行通信的网络接口卡(NIC)。此外,网络接口

44可以实施用于TCP/IP协议进行通信的根据TCP/IP堆栈。用于网络接口的各种备选的或额外的硬件或配置将会是显而易见的。

[0075] 存储设备45可以包括一个或多个机器可读存储介质,包括但不限于只读存储器(ROM)、随机存取存储器(RAM)、磁盘存储介质、光学存储介质、闪速存储器设备或类似的存储介质。在各种实施例中,存储设备45可以存储用于由处理器41执行的指令或处理器41可以对其进行操作的数据。例如,存储设备45可以存储用于控制硬件的各种基本操作的基本操作系统。

[0076] 更具体到本公开,存储设备45还存储包括矩阵构建器140和调度生成器141的控制模块47。

[0077] 图4图示了矩阵构建器140的示范性实施例140a和调度生成器141的示范性实施例141a。

[0078] 参考图4,矩阵构建器140a输入如本公开中之前描述的来自成像临床现场10(图1)的临床数据17,并且还输入如本公开中之前描述的来自成像命令中心20(图1)的命令数据26。在实践中,临床数据17和命令数据26可以被临床现场10和/或成像命令中心20推送到矩阵构建器140a,和/或临床数据17和命令数据26可以被矩阵构建器140a从临床现场10和/或成像命令中心20拉出。

[0079] 根据输入的数据,矩阵构建器140a顺序地或同时地运行操作者偏好矩阵构建142以构建操作者偏好矩阵70a并且运行操作者可用性矩阵构建143以构建操作者可用性矩阵80a。

[0080] 如图5中示出的流程图170是由矩阵构建器140a在操作者偏好矩阵构建142的执行期间实施的本公开的操作者偏好矩阵构建方法。

[0081] 参考图5,流程图170的阶段S172包含将临床数据17中列出的每个调度的成像检查分配给检查类别的列(或行)的检查类别的矩阵构建器140a。在一个实施例中,矩阵构建器140a包括固定数量的截然不同的检查类别,并且将每个调度的成像检查分配给预设的检查类别中的一个。此类预设的检查类别的范例包括但不限于解剖区域/结构类别(例如,肝脏成像检查、脑成像检查、心脏成像检查)、患者类别(例如,年龄、身体限制等)或此类类别的组合(例如,对于比六十(60)岁更老的患者的肝脏成像检查和对于六十(60)岁或更年轻的患者的肝脏成像检查)。

[0082] 在第二实施例中,涵盖矩阵构建器140a可以根据临床数据17中列出的调度的成像检查确定独特检查类别,并且此后将每个调度的成像检查分配给检查类别。

[0083] 在替代实施例中,流程图170的阶段S172可以包含列(或替代地行)中的每个调度成像检查的描绘而无到检查类别的任何分配。

[0084] 流程图170的阶段S174涵盖按照检查类别(或如果检查类别未被使用,则按照调度的成像检查)计算每个成像操作者的操作者偏好评分的矩阵构建器140a。操作者偏好评分指示成像操作者在具体的检查类别下进行成像检查(或如果检查类别未被使用,则进行调度的成像检查)的优选。如本公开中之前描述的,操作者偏好评分可以是二值评分(例如,对于不偏好的,"0",并且对于偏好的,"1")或在从最不偏好水平至最偏好水平的范围内变动(例如,以0.1为单位在从"0"最不偏好水平至"1"最偏好水平的范围内变动)的水平评分。

[0085] 偏好评分计算的范例包括但不限于(1)对于在肝脏成像检查方面具有零(0)经验、

训练和教育的成像操作者,在肝脏成像检查中“0”的偏好评分和(2)对于在肝脏成像检查方面具有十(10)年的经验、训练和教育的成像操作者,在肝脏成像检查中“1”的偏好评分。

[0086] 本领域技术人员应意识到,操作者偏好评分计算在实践中在从进行具体的调度的成像检查的操作者能力的简单评价至复杂评估的范围内变动。

[0087] 流程图170的阶段S176包含成像操作者(例如,通过操作者编号或任何形式的独特的识别)和调度的成像检查的阵列的构建,由此对应于每个相应的调度的检查的检查类别的每个操作者偏好评分用作进入阵列的条目。

[0088] 例如,图9图示了如图所示的作为行(或替代地作为列)的成像操作者90和如图所示的作为列(或替代地作为行)的检查类别92的阵列的操作者偏好矩阵70a的构建,由此每个操作者偏好评分用作进入阵列的条目。操作者偏好条目71在从最不偏好水平P至最偏好水平Q的范围内变动(例如,以0.1为单位在从“0”最不偏好水平至“1”最偏好水平的范围内变动)的水平上进行评分。替代地,操作者偏好矩阵的构建可以包括作为行(或替代地作为列)的成像操作者90和作为列(或替代地作为行)的调度的成像检查91的阵列,由此每个操作者偏好评分用作进入阵列的条目。

[0089] 如图6中示出的流程图180是由矩阵构建器140a在操作者可用性矩阵构建143的执行期间实施的本公开的操作性可用性矩阵构建方法。

[0090] 参考图6,流程图180的阶段S182包含如图所示的以列方式(或替代地以行方式)描绘每个调度成像检查的矩阵构建器140a。

[0091] 流程图180的阶段S184包含按照调度的成像检查计算每个成像操作者的操作性可用性评分的矩阵构建器140a。操作性可用性评分指示成像操作者在具体的调度的成像检查下进行成像检查的可用性。如本公开中之前描述的,操作性可用性评分可以是二值评分(例如,对于不可用的,“0”,并且对于可用的,“1”)或在从最不可用水平至最可用水平的范围内变动(例如,以0.1为单位在从“0”最不可用水平至“1”最可用水平的范围内变动)的水平评分。

[0092] 可用性评分计算的范例包括但不限于(1)对于仅在下午可用的成像操作者,对于上午成像检查的“0”的可用性评分,以及(2)对于仅在上午可用的成像操作者,对于上午成像检查的“1”的可用性评分。

[0093] 本领域技术人员应意识到,操作性可用性评分计算在实践中在从进行具体的调度的成像检查的操作者能力的简单评价至复杂评估的范围内变动。

[0094] 流程图180的阶段S186包含成像操作者(例如,通过操作者编号或任何形式的独特的识别)和调度的成像检查的阵列的构建,由此每个操作性可用性评分用作进入阵列的条目。

[0095] 例如,图9图示了如图所示的作为行(或替代地作为列)的成像操作者90和如图所示的作为列(或替代地作为行)的调度的成像检查91的阵列的操作性可用性矩阵80a的构建,由此每个操作性可用性评分用作进入阵列的条目。操作性可用性条目81在从不可用的二值水平R至可用的二值水平(例如,对于不可用的二值水平R,“0”,并且对应于可用的二值水平S,“1”)的范围内变动的水平上进行评分。替代地,操作性可用性矩阵的构建可以包括作为行(或替代地作为列)的成像操作者90和作为列(或替代地作为行)的检查类别92的阵列,由此每个操作性可用性评分用作进入阵列的条目。

[0096] 回来参考图3,在操作者偏好矩阵构建142和操作者可用性构建矩阵143两者完成之后,矩阵构建器140a执行操作者能力矩阵构建144。

[0097] 如图7中示出的流程图160是由矩阵构建器140a在用于构建操作者能力矩阵60a的操作者能力矩阵构建144的执行期间实施的本公开的操作者能力矩阵构建方法。

[0098] 参考图7,流程图160的阶段S162包含如图所示的以列方式(或替代地以行方式)描绘每个调度成像检查的矩阵构建器140a。

[0099] 流程图160的阶段S164包含按照调度的成像检查计算每个成像操作者的操作者能力评分的矩阵构建器140a。如本公开中之前描述的,按照调度的成像检查的每个成像操作者的操作者能力评分的计算可以包含如本公开的领域中已知的操作者偏好矩阵70a和操作者可用性矩阵80a的任何线性组合。

[0100] 在一个实施例中,操作者偏好矩阵70和操作者可用性矩阵80的逐元素相乘包含根据对应的操作者偏好评分和对应的操作者可用性评分计算操作者能力评分。

[0101] 流程图160的阶段S166包含成像操作者(例如,通过操作者编号或任何形式的独特的识别)和调度的成像检查的阵列的构建,由此每个操作者能力评分用作进入阵列的条目。

[0102] 例如,图9图示了如图所示的作为行(或替代地作为列)的成像操作者90和如图所示的作为列(或替代地作为行)的调度的检查91的阵列的操作者能力矩阵60a的构建,由此每个操作者能力评分用作进入阵列的条目。对于乘法矩阵实施例,操作者能力条目61在最不有能力的PR至最有能力的QS(例如,对于最不有能力的PR,"0",并且对于最有能力的QS,"1")的范围内变动的水平上进行评分。替代地,操作者能力矩阵的构建可以包括如图所示的作为行(或替代地作为列)的成像操作者90和作为列(或替代地作为行)的检查类别92的阵列,由此每个操作者能力评分用作进入阵列的条目。

[0103] 回来参考图4,调度生成器141a输入并处理操作者能力矩阵60a以生成操作者分配调度147a(不受限的优化)或操作者分配调度147b(受限的优化)。

[0104] 如图8中示出的流程图190是由调度生成器141a在调度生成145(不受限的优化)145或调度生成146(受限的优化)的执行期间实施的本公开的操作者分配调度生成方法。

[0105] 参考图8,流程图190的阶段S192包含计算计算调度成像检查到每个成像操作者的操作者映射的调度生成器141a。在一个实施例中,操作者映射 $m = (2, 1, 2, 3, \dots)$,其中, m 的长度是调度的成像检查的数量,并且每个条目 m_i 是成像操作者的数量。

[0106] 流程图190的阶段S194包含将调度的成像检查映射到检查类别(如果被使用的话)的调度生成器141a。在一个实施例中,类别映射是 $c = (9, 11, 4, 6, \dots)$,由此 c 的长度是调度的成像检查的数量,并且每个条目 c_i 是检查类别的数量。

[0107] 流程图190的阶段S196包含使用如本公开的领域中已知的多维优化算法(例如,Nelder-Mead算法、共轭梯度算法或Quasi-Newton算法)来确定最大化在所有调度的检查内的分配的运营者的能力的和 $\sum_i \hat{M}_{m_i, i}$ (其中, \hat{M} 是操作者能力矩阵)的最佳操作者映射 m 的调度生成器141a。

[0108] 在一个实施例中,操作者映射 m 的最大化不提供对被分配给每个成像操作者的同时检查的数量限制。

[0109] 在替代的实施例中,对操作者映射 m 的优化不提供对被分配给每个成像操作者的

同时检查的数量的限制。例如， N_j 是被分配给成像操作者 j 的同时检查的最大数量，由此 $\sum_i \hat{M}_{m_i}$ 的最大值的确定遭受 $\max_j N_j < N_{\max}$ 。

[0110] 回来参考图4，操作者分配调度147a或操作者分配调度147b被上传到操作者队列24(图1)，由此成像操作者可以确定其分配的成像检查。

[0111] 参考图1-9，本领域的技术人员将会本公开的发明的许多益处，包括但不限于被构建为用于根据多个调度的成像检查分配成像操作者来操作成像系统的集中控制的基础的矩阵的系统性框架，以由此解决与时间高效的高质量成像检查相关的许多参数的复杂性和动态变化。

[0112] 此外，显而易见的是，被描述为被存储在存储设备中的各种信息可以额外地或替代地被存储在存储器中。在这方面，存储器也可以被认为构成“存储设备”，并且存储设备也可以被认为是“存储器”。各种其他布置将是显而易见的。另外，存储器和存储设备都可以被认为是“非瞬态机器可读介质”。本文使用的术语“非瞬态”将被理解为排除瞬态信号但包括所有形式的存储，包括易失性和非易失性存储器。

[0113] 尽管该设备被示为包括每个描述的部件中的一个部件，但是在各种实施例中可以复制各种部件。例如，处理器可以包括多个微处理器，所述多个微处理器被配置为独立地执行本公开中描述的方法，或者被配置为执行本公开中描述的方法的步骤或子例程，使得多个处理器协作以实施在本公开中描述的功能。另外，在云计算系统中实施该设备的情况下，各种硬件部件可以属于单独的物理系统。例如，处理器可以包括第一服务器中的第一处理器和第二服务器中的第二处理器。

[0114] 根据前面的描述显而易见的是，本发明的各种范例实施例可以被实施为硬件或固件。此外，各种示范性实施例可以被实施为被存储在机器可读存储介质上的指令，所述指令可以由至少一个处理器读取和运行以执行本文详细描述的操作。机器可读存储介质可以包括用于以机器可读形式存储信息的任何机构，例如，个人计算机或膝上型计算机、服务器或其他计算设备。因此，机器可读存储介质可以包括只读存储器(ROM)、随机存取存储器(RAM)、磁盘存储介质、光学存储介质、闪速存储设备和类似的存储介质。

[0115] 本领域技术人员应当理解，本文中的任何框图均表示实施本发明原理的说明性电路的概念视图。类似地，应当理解，任何流程图解、流程图、状态转换图、伪代码等均表示可以基本上在机器可读介质中表示且因此由计算机或处理器执行的各种过程，而无论这样的计算机或处理器是否被明确示出。

[0116] 尽管已经具体参考本发明的某些示范性方面详细描述了各种示范性实施例，但是应当理解，本发明能够具有其他实施例，并且其细节能够在各种明显的方面进行修改。对于本领域技术人员显而易见的是，能够在保持在本发明的精神和范围内的同时做出改变和修改。因此，前述公开内容、说明书和附图仅用于说明目的，而并不以任何方式限制本发明，本发明仅由权利要求来定义。

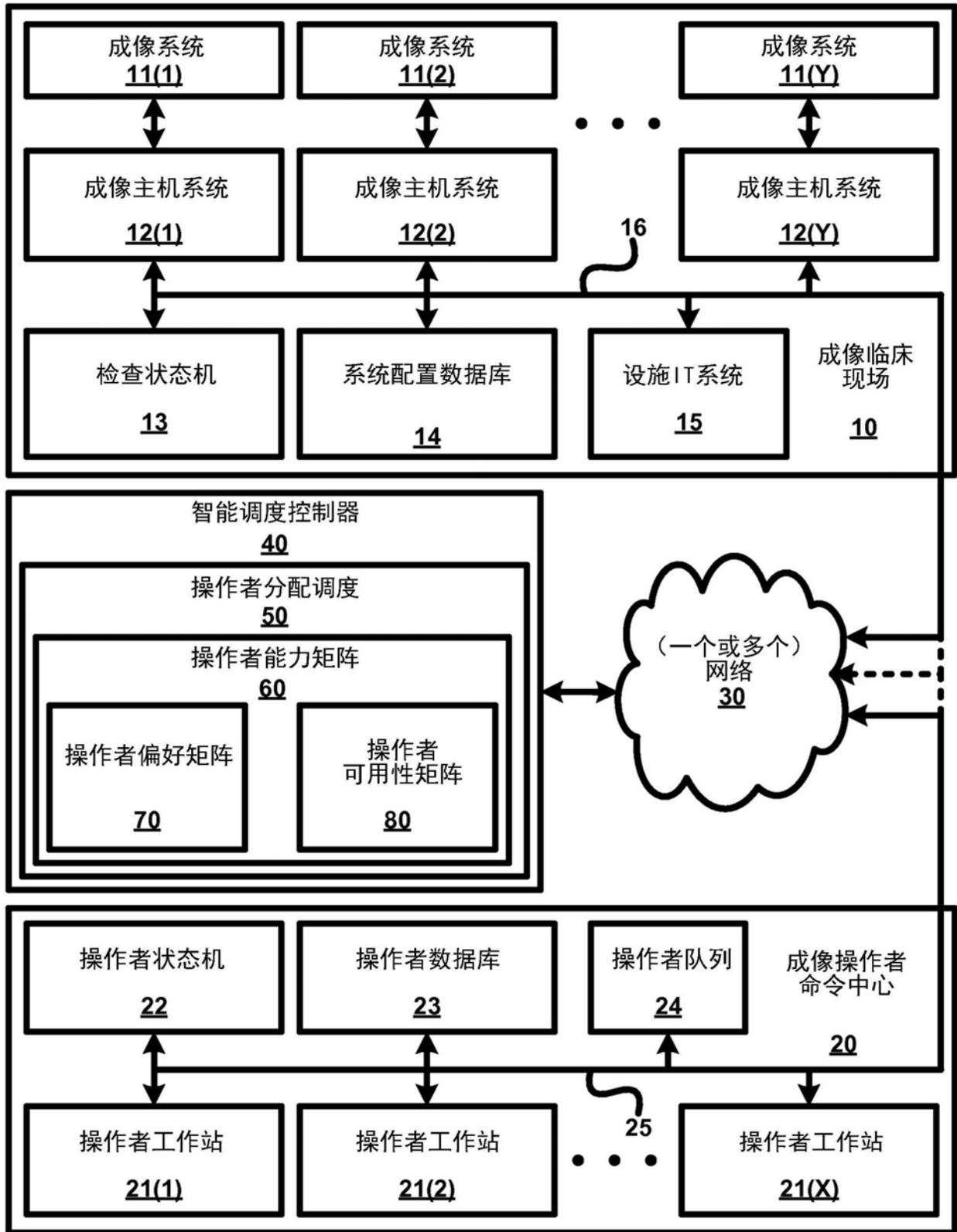


图1

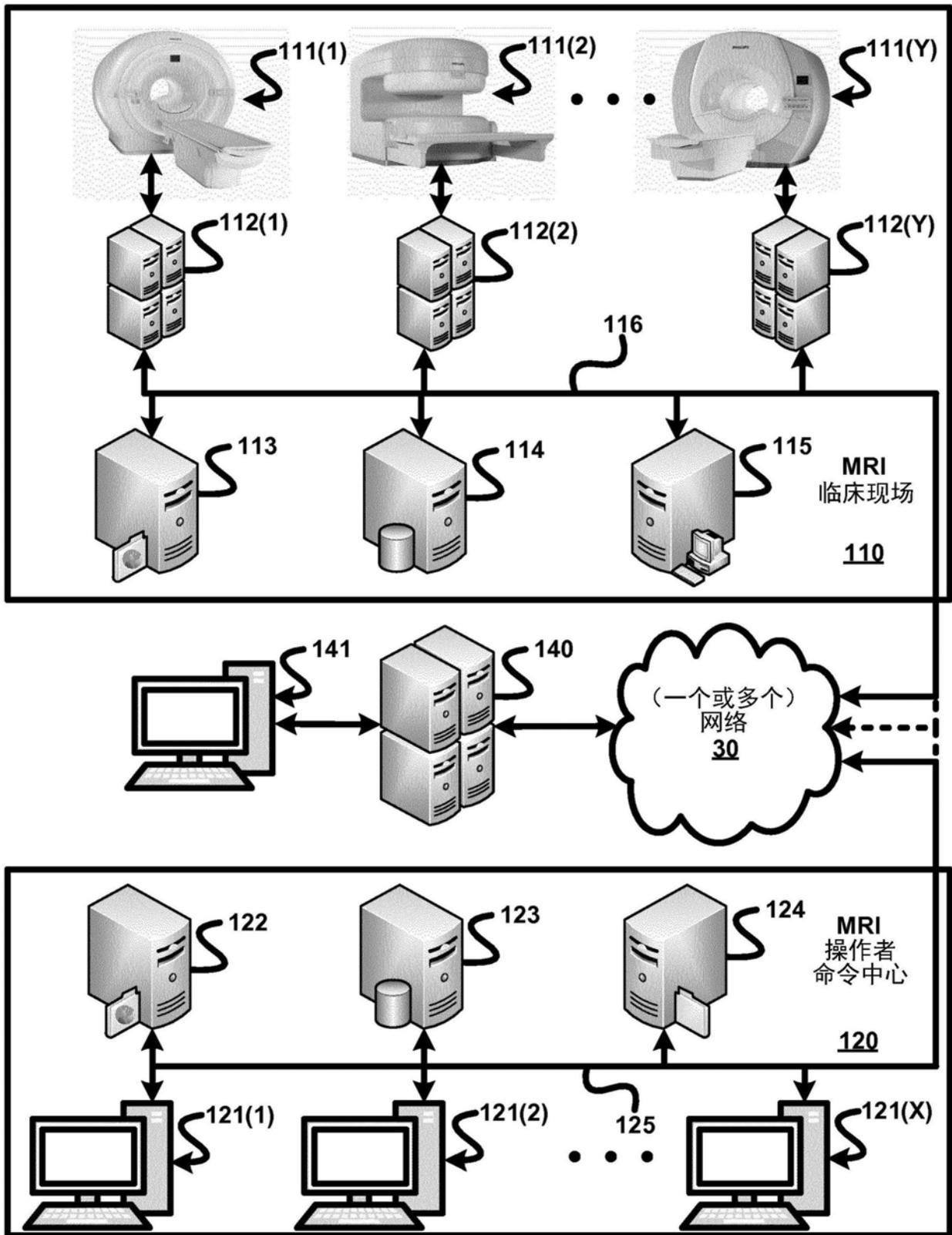


图2

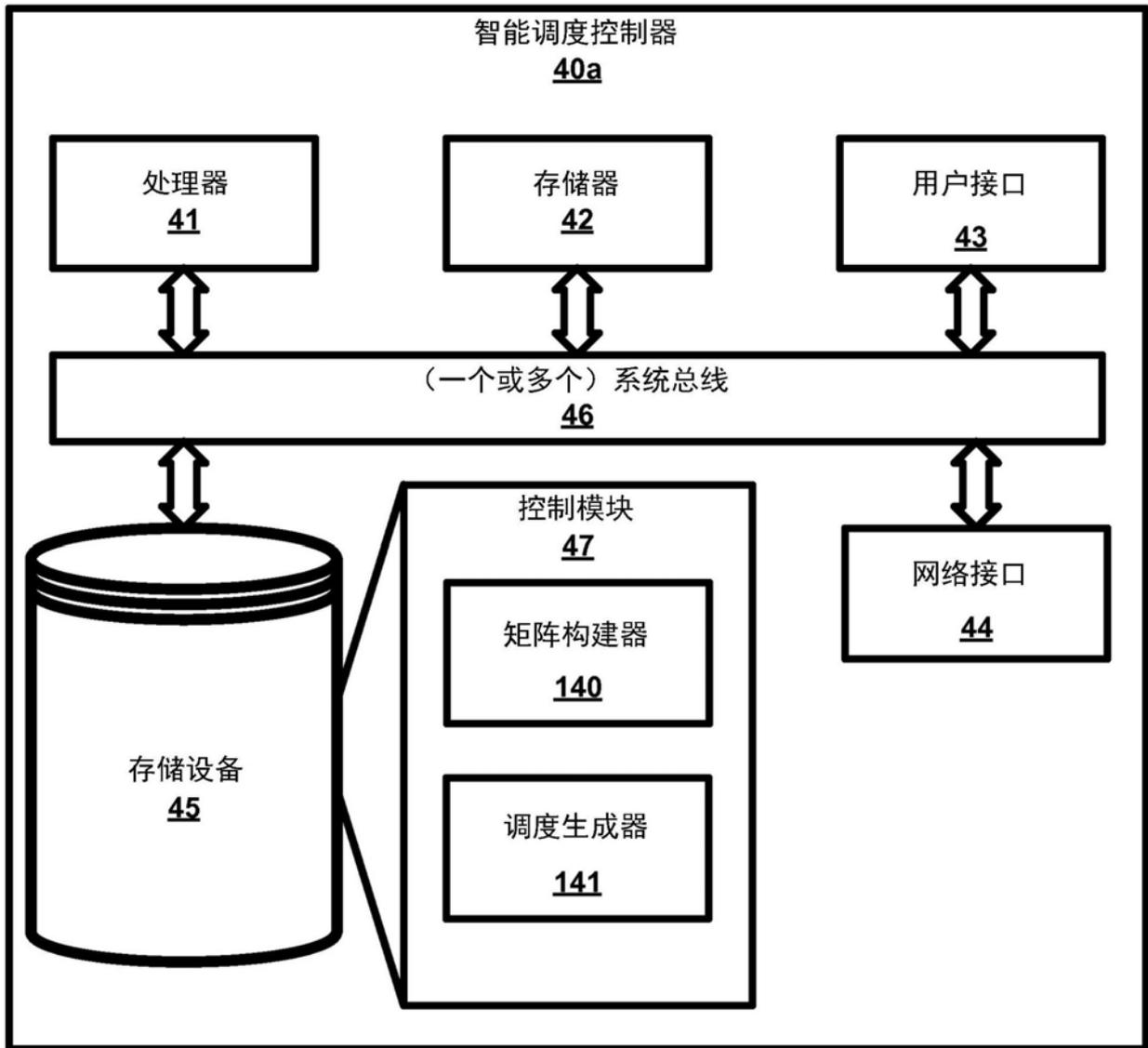


图3

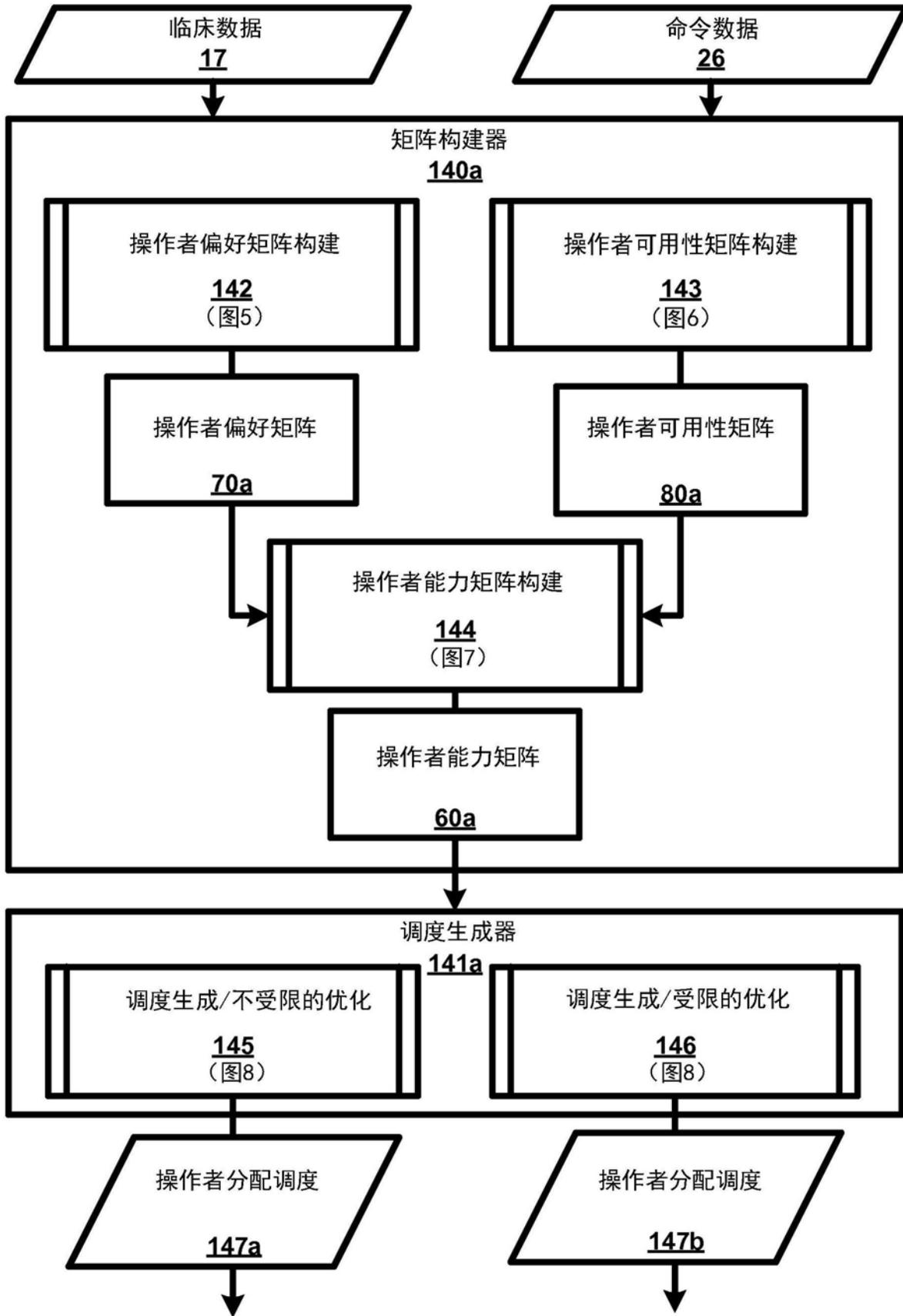


图4

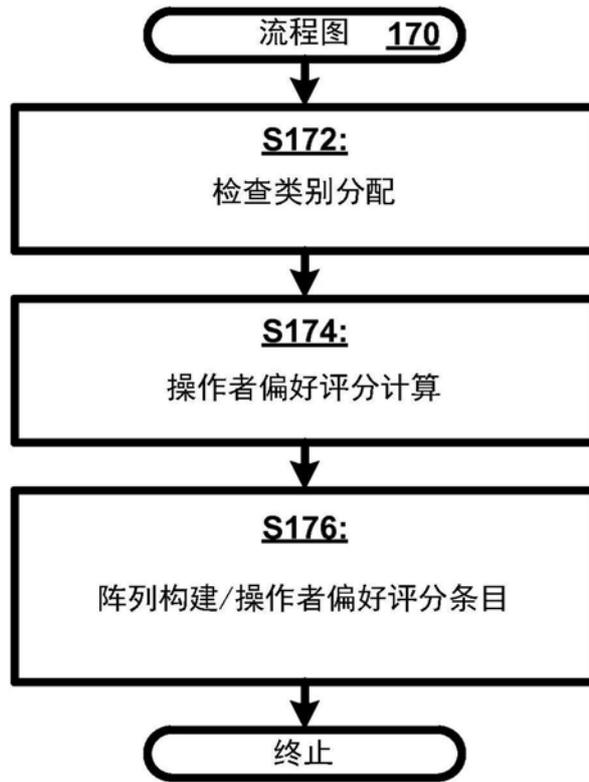


图5



图6



图7



图8

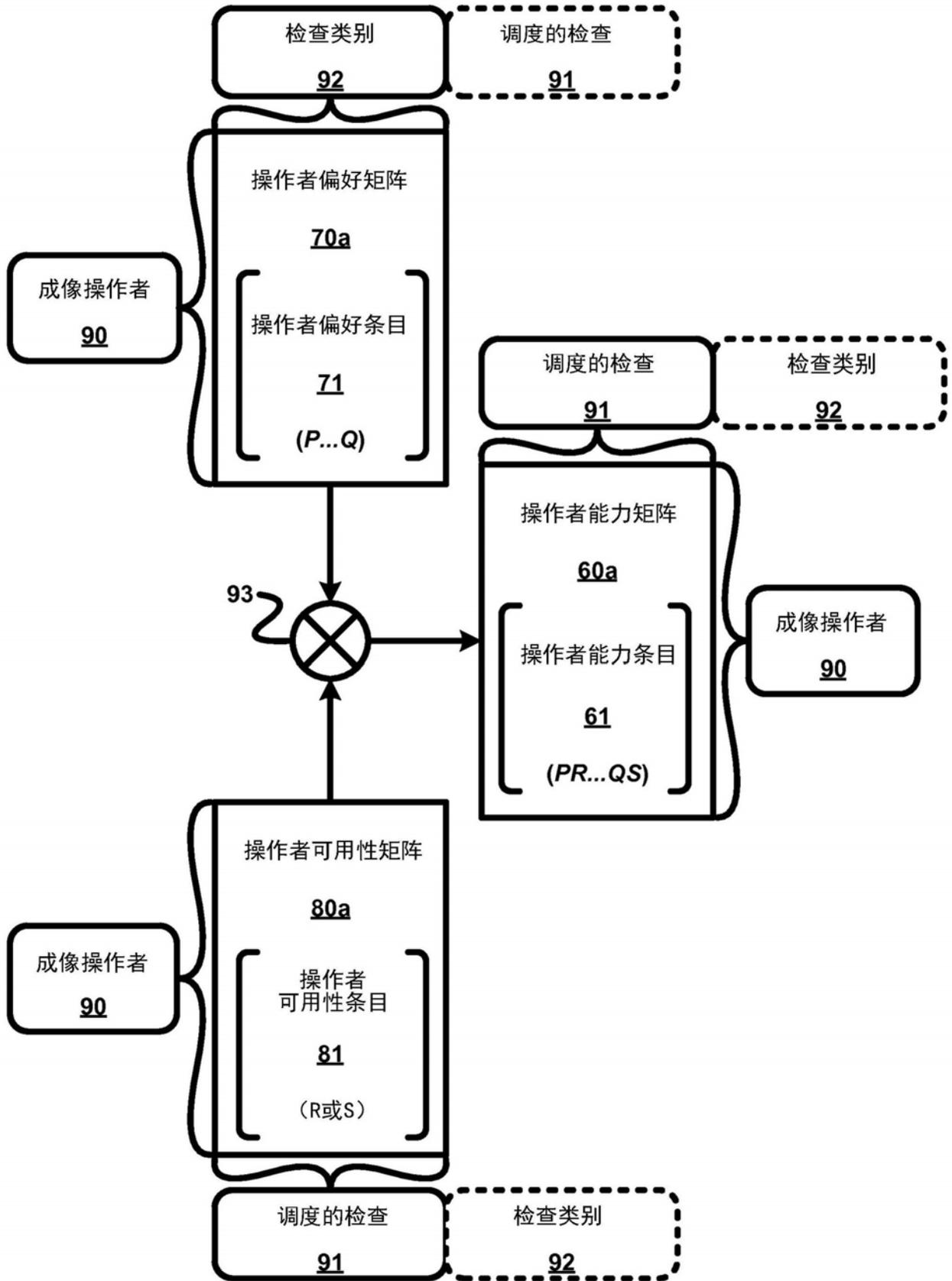


图9