



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112424871 A

(43) 申请公布日 2021.02.26

(21) 申请号 201980048495.6

C·S·霍尔 钱悦晨

(22) 申请日 2019.07.21

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司  
72002

(30) 优先权数据

62/700,930 2018.07.20 US

62/829,062 2019.04.04 US

代理人 刘兆君

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.01.20

(51) Int.Cl.

G16H 40/20 (2006.01)

G06Q 10/06 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2019/069608 2019.07.21

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/016451 EN 2020.01.23

(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 M·普罗克 R·N·特利斯

S·M·达拉尔 U·拉加万

权利要求书4页 说明书12页 附图11页

(54) 发明名称

基于患者工作流程和资源可用性的优化患者日程安排

(57) 摘要

一种非瞬态计算机可读介质存储指令,所述指令能由至少一个电子处理器(20)读取并运行以执行工作流程日程安排监测方法(100)。所述方法包括:使用包括工作流程时间戳和规划的日程安排的数据来模拟(42)工作流程日程安排(46);检测(44)所述工作流程日程安排与约束数据(52)的不符合;响应于检测到不符合而确定一个或多个工作流程日程安排调节选项(48),所述一个或多个工作流程日程安排调节选项用于调节所述工作流程日程安排以符合所述约束数据;并且控制工作站的显示设备(24)以显示所述工作流程日程安排和所述一个或多个工作流程日程安排调节选项。

1. 一种非瞬态计算机可读介质,其存储指令,所述指令能由至少一个电子处理器(20)读取并运行以执行工作流程日程安排监测方法(100),所述方法包括:

使用包括工作流程时间戳和规划的日程安排的数据来模拟(42)工作流程日程安排(46);

检测(44)所述工作流程日程安排与约束数据(52)的不符合;

响应于检测到不符合而确定一个或多个工作流程日程安排调节选项(48),所述一个或多个工作流程日程安排调节选项用于调节所述工作流程日程安排以符合所述约束数据;并且

控制工作站的显示设备(24)以显示所述工作流程日程安排和所述一个或多个工作流程日程安排调节选项。

2. 根据权利要求1所述的非瞬态计算机可读介质,其中,所述模拟(42)还包括:

使用包括工作人员日程安排、患者位置信息和工作人员位置信息的数据来模拟所述工作流程日程安排。

3. 根据权利要求2所述的非瞬态计算机可读介质,其中,所述患者位置信息是实时患者位置信息,并且所述工作人员位置信息是实时工作人员位置信息。

4. 根据权利要求1-3中的任一项所述的非瞬态计算机可读介质,其中,所述方法还包括:

经由所述工作站(18)的一个或多个用户输入设备(22)接收用户输入,所述用户输入指示对所述工作流程日程安排调节选项(48)中的一个工作流程日程安排调节选项的选择。

5. 根据权利要求4所述的非瞬态计算机可读介质,其中,所述方法还包括:

通过根据所选择的工作流程日程安排调节选项(48)调节所述工作流程日程安排(46)来生成更新的工作流程日程安排;并且

控制所述显示设备(24)以显示所述更新的工作流程日程安排。

6. 根据权利要求1-5中的任一项所述的非瞬态计算机可读介质,其中,所述方法还包括:

控制所述显示设备(24)以显示相关联的关键性能指标(KPI),所述相关联的关键性能指标与每个选项相关联。

7. 根据权利要求6所述的非瞬态计算机可读介质,其中,所述方法还包括:

在经由一个或多个用户输入设备(22)接收到一个或多个用户输入的情况下重复模拟操作、检测操作和选项确定操作,所述一个或多个用户输入指示对所显示的工作流程日程安排调节选项(48)中的一个或多个工作流程日程安排调节选项的选择。

8. 根据权利要求6所述的非瞬态计算机可读介质,其中,所述KPI包括以下各项中的一项或多项:针对流程进行日程安排的所有患者的总预测患者等待时间;针对流程进行日程安排的任何单个患者的预测的最大等待时间、总操作费用;工作人员费用;总工作人员加班;计算设备18的性能;以及系统所处的约束状态。

9. 根据权利要求4-8中的任一项所述的非瞬态计算机可读介质,其中,所述方法还包括:

响应于所选择的工作流程调节选项(48)而生成警报以召集额外的医院工作人员;并且将所述警报发送给一个或多个医院工作人员成员。

10. 根据权利要求4-8中的任一项所述的非瞬态计算机可读介质,其中,所述方法还包括:

响应于所选择的工作流程调节选项(48)而生成重新进行日程安排的警报;并且将所述重新进行日程安排的警报发送给一个或多个患者。

11. 根据权利要求1-10中的任一项所述的非瞬态计算机可读介质,其中,所述方法还包括:

从数据库(12)检索与工作流程时间戳和工作人员日程安排有关的数据;并且使用检索到的数据来执行模拟操作(42)。

12. 根据权利要求1-11中的任一项所述的非瞬态计算机可读介质,其中,所述方法还包括:

从数据库(14)检索与实时患者位置信息、实时工作人员位置天气信息和实时工作人员位置交通信息有关的数据;并且

使用检索到的数据来执行模拟操作(42)。

13. 根据权利要求5-12中的任一项所述的非瞬态计算机可读介质,其中,所述方法还包括:

在数据库(14)中存储用于更新所显示的日程安排的所选择的工作流程日程安排调节选项(48)。

14. 根据权利要求1-13中的任一项所述的非瞬态计算机可读介质,其中,所述约束数据(52)包括最大总工作人员时间和最大剩余患者会诊数量;并且

所述检测(44)包括:至少基于所述实时患者位置信息或所述实时工作人员位置信息来预测患者或医院工作人员成员的迟到或缺席,并且重新运行对包含所预测的迟到的所述模拟(42)以检测所述工作流程日程安排与所述约束数据的所述不符合。

15. 根据权利要求1-14中的任一项所述的非瞬态计算机可读介质,其中,所述工作流程日程安排(46)被显示为甘特图。

16. 一种医学检查或医学治疗工作流程日程安排系统(10),包括:

显示设备(24);

一个或多个用户输入设备(22);以及

计算设备(18)的至少一个电子处理器(20),所述至少一个电子处理器被编程为:

使用包括工作流程时间戳和规划的日程安排的数据来模拟(42)医学检查或医学治疗疗程的多个提议的工作流程日程安排(46);

计算针对所提议的工作流程日程安排的关键性能指标(KPI);

基于所计算的KPI来选择所提议的工作流程日程安排中的一个工作流程日程安排;

控制所述显示设备以显示所选择的提议的模拟的工作流程日程安排;并且

利用以下各项中的所选择的一项来更新所模拟的工作流程日程安排的一个或多个会诊时间间隙:(i)经由所述一个或多个用户输入设备进行手动确认输入,或者(ii)自动更新所模拟的工作流程日程安排的所述一个或多个会诊时间间隙。

17. 根据权利要求16所述的系统(10),其中,所述至少一个电子处理器(20)还被编程为:

接收至少一个要进行日程安排的医学检查或治疗疗程请求,并且针对所述至少一个要

进行日程安排的医学检查或治疗疗程请求的所选择的不同的日程安排间隙模拟所述多个提议的工作流程日程安排 (46)。

18. 根据权利要求16和17中的任一项所述的系统 (10), 其中, 所述KPI至少包括工作人员利用率、房间利用率、总患者等待时间以及最后的患者离开所经过的时间。

19. 根据权利要求16-18中的任一项所述的系统 (10), 其中, 所述至少一个电子处理器 (20) 还被编程为:

针对所提议的工作流程日程安排中的每个工作流程日程安排的所述KPI进行求和, 以生成针对每个提议的工作流程日程安排的总KPI得分;

选择具有最高的总KPI得分的所提议的工作流程日程安排。

20. 根据权利要求16-18中的任一项所述的系统 (10), 其中, 所述至少一个电子处理器 (20) 还被编程为:

针对所提议的工作流程日程安排中的每个工作流程日程安排的所述KPI进行求和, 以生成针对每个提议的工作流程日程安排的总KPI得分;

控制所述显示设备 (24) 以显示相对于未选择的所提议的工作流程日程安排具有较高的总KPI得分的多个所提议的工作流程日程安排。

21. 根据权利要求20所述的系统 (10), 其中, 所述至少一个电子处理器 (20) 还被编程为:

经由所述一个或多个用户输入设备 (22) 接收用户输入, 所述用户输入指示对所显示的工作流程日程安排中的一个工作流程日程安排的选择。

22. 根据权利要求16-21中的任一项所述的系统 (10), 其中, 通过蒙特卡洛模拟来模拟所述多个提议的工作流程日程安排 (46)。

23. 根据权利要求16-22中的任一项所述的系统 (10), 其中, 通过以下步骤来模拟所述多个提议的工作流程日程安排 (46):

将所提议的工作流程日程安排的状态的概率时间演化绘制为自初始工作流程日程安排的时间的函数。

24. 根据权利要求23所述的系统 (10), 其中, 对状态的所述概率时间演化的所述绘制包括:

利用贝尔曼方程来绘制所提议的工作流程日程安排的状态的所述概率时间演化。

25. 根据权利要求16-24中的任一项所述的系统 (10), 其中, 所述至少一个电子处理器 (20) 还被编程为:

控制所述显示设备 (24) 以显示能利用所述一个或多个用户输入设备 (22) 编辑的用户输入字段, 所述用户输入字段包括研究优先级、医学成像流程和患者类别。

26. 根据权利要求16-25中的任一项所述的系统 (10), 其中, 所述至少一个电子处理器 (20) 还被编程为:

利用患者会诊偏好来模拟 (42) 所述多个提议的工作流程日程安排 (46), 所述患者会诊偏好用于选择所述至少一个要进行日程安排的医学检查或治疗疗程请求的所选择的不同的日程安排间隙。

27. 根据权利要求16-26中的任一项所述的系统 (10), 其中, 所述至少一个电子处理器 (20) 还被编程为:

利用患者未出现和取消模型来模拟(42)所述多个提议的工作流程日程安排(46)。

28. 一种医学检查或医学治疗工作流程日程安排方法(200),包括:

接收至少一个要进行日程安排的医学检查或治疗疗程请求;

针对所述至少一个要进行日程安排的医学检查或治疗疗程请求的所选择的不同的日程安排间隙,使用包括工作流程时间戳和规划的日程安排的数据来模拟医学检查或医学治疗疗程的多个提议的工作流程日程安排(46),所述模拟包括利用贝尔曼方程将所提议的工作流程日程安排的状态的概率时间演化绘制为自初始工作流程日程安排的时间的函数;

计算针对所提议的工作流程日程安排的关键性能指标(KPI);

基于所计算的KPI来选择所提议的工作流程日程安排中的一个工作流程日程安排;并且

控制显示设备(24)以显示所选择的提议的模拟的工作流程日程安排。

29. 根据权利要求28所述的方法(100),其中,所述KPI至少包括工作人员利用率、房间利用率、总患者等待时间以及最后的患者离开所经过的时间。

30. 根据权利要求28和29中的任一项所述的方法(100),还包括:

针对所提议的工作流程日程安排中的每个工作流程日程安排的所述KPI进行求和,以生成针对每个提议的工作流程日程安排的总KPI得分;

选择具有最高的总KPI得分的所提议的工作流程日程安排。

31. 根据权利要求28和29中的任一项所述的方法(100),还包括:

针对所提议的工作流程日程安排中的每个工作流程日程安排的所述KPI进行求和,以生成针对每个提议的工作流程日程安排的总KPI得分;

控制所述显示设备(24)以显示相对于未选择的所提议的工作流程日程安排具有较高的总KPI得分的多个所提议的工作流程日程安排。

32. 根据权利要求31所述的方法(200),还包括:

经由所述一个或多个用户输入设备(22)接收用户输入,所述用户输入指示对所显示的工作流程日程安排中的一个工作流程日程安排的选择。

33. 根据权利要求28-32中的任一项所述的方法(200),其中,通过蒙特卡洛模拟来模拟所述多个提议的工作流程日程安排(46)。

34. 根据权利要求28-33中的任一项所述的方法(200),还包括:

控制所述显示设备(24)以显示能利用所述一个或多个用户输入设备(22)编辑的用户输入字段,所述用户输入字段包括研究优先级、医学成像流程和患者类别。

35. 根据权利要求33-34中的任一项所述的方法(200),还包括:

利用患者会诊偏好来模拟所述多个提议的工作流程日程安排(46),所述患者会诊偏好用于选择所述至少一个要进行日程安排的医学检查或治疗疗程请求的所选择的不同的日程安排间隙;并且

利用患者未出现和取消模型来模拟所述多个提议的工作流程日程安排。

## 基于患者工作流程和资源可用性的优化患者日程安排

### 技术领域

[0001] 下文总体上涉及放射处置技术、放射技术、辐射规划技术、自适应辐射处置计划技术以及相关技术。

### 背景技术

[0002] 医院科室的工作流程过程具有很大的变化。大多数医院科室会提前安排一天或几天的日程并根据最佳实践、经验和日程安排算法对患者进行日程安排。该规划的日程安排能够包括门诊患者的固定会诊和被分配给住院患者的灵活时间间隙。额外的开放的时间间隙被分配给最后一分钟到达的急诊患者。每个患者组都具有不同的特性和要求。急诊患者的到来几乎没有什么灵活性，门诊患者期望按照日程安排的时间得到服务，而住院患者可能在一天内都有灵活性，但是在住院期间会承诺进行其他活动。

[0003] 给定的一天可能会发展得与最初规划的工作流程日程安排显著不同。工作流程日程安排中的意外的改变或变化的示例包括：早到的、晚到的或未出现的门诊患者；因从另一医院科室运输的时间超出预期而导致住院患者到达延迟；急诊患者的数量和时间安排无法预测；因工作人员生病等而导致可用工作人员变少；患者间的实际执行流程时间的变化（例如延长流程的并发症）；仪器或房间的可用性（例如，可用房间和仪器的数量有限或仪器故障）等。

[0004] 过程的变化会导致医院科室遇到各种问题。患者工作流程日程安排的任何延迟都会因延迟后续患者的会诊并导致额外的等待时间而直接影响后续患者。同样，工作人员成员必须通过提高其工作效率和/或延长工作时间来适应工作流程日程安排的变化。与规划的工作流程日程安排的偏差会直接影响患者和工作人员的满意度，从而导致医院收益的损失（例如，大量的意外加班会增加工作人员的流动率，而过多的等待时间是患者抱怨的常见原因）。

[0005] 在任何给定的时间都会很难预测给定的改变将如何影响未来的患者工作流程日程安排、相关联的资源以及规划的日程安排与实际发生的情况的偏离程度。以工作人员成员生病为例，医院很难估计工作人员成员缺失将在特定日期延迟每个患者会诊的时间以及采取何种纠正措施（例如，取消一个会诊或者通知患者在较晚的时间到达）以最大程度地减小对患者的影响，最大程度地减小对管理费用的影响或者以其他方式最大程度地减小对关键性能指标（KPI）的影响。

[0006] 转诊医生诊断患者有时需要对患者进行成像检查，以便更好地进行诊断。这些成像医嘱通常由转诊医生输入到计算机化的提供者医嘱输入（CPOE）系统中。然后，日程安排者挑选这些医嘱以基于医嘱的“优先级”和“医嘱输入”日期进行日程安排。门诊患者会接到电话以确定并安排合适的会诊时间。住院患者的会诊时间会更加灵活并且通常会保留预定义的时间间隙。急诊患者比其他两种患者具有更高的优先级并且在全天都会被保留额外的容许时间。

[0007] 在日程安排过程期间，很难估计所分配的会诊时间对工作流程的总体性能的影响

(例如,该时间间隙如何影响患者的总等待时间?该会诊时间是否平衡了工作人员和资源利用率?)。

[0008] 下文公开了克服这些问题的新的且改进的系统和方法。

## 发明内容

[0009] 在一个公开的方面中,一种非瞬态计算机可读介质存储指令,所述指令能由至少一个电子处理器读取并运行以执行工作流程日程安排监测方法。所述方法包括:使用包括工作流程时间戳和规划的日程安排的数据来模拟医学检查或医学治疗疗程的工作流程日程安排;检测所述工作流程日程安排与约束数据的不符合;响应于检测到不符合而确定一个或多个工作流程日程安排调节选项,所述一个或多个工作流程日程安排调节选项用于调节所述工作流程日程安排以符合所述约束数据;并且控制工作站的显示设备以显示所述工作流程日程安排和所述一个或多个工作流程日程安排调节选项。

[0010] 在另一公开的方面中,一种医学检查或医学治疗工作流程日程安排系统包括显示设备和一个或多个用户输入设备。计算设备的至少一个电子处理器被编程为:使用包括工作流程时间戳和规划的日程安排的数据来模拟医学检查或医学治疗疗程的多个提议的工作流程日程安排;计算针对所提议的工作流程日程安排的关键性能指标(KPI);基于所计算的KPI来选择所提议的工作流程日程安排中的一个工作流程日程安排;控制所述显示设备以显示所选择的提议的模拟的工作流程日程安排;并且利用以下各项中的所选择的一项来更新所模拟的工作流程日程安排的一个或多个会诊时间间隙:(i)经由所述一个或多个用户输入设备进行手动确认输入,或者(ii)自动更新所模拟的工作流程日程安排的所述一个或多个会诊时间间隙。

[0011] 在另一公开的方面中,一种医学检查或医学治疗工作流程日程安排方法包括:接收至少一个要进行日程安排的医学检查或治疗疗程请求;针对所述至少一个要进行日程安排的医学检查或治疗疗程请求的所选择的不同的日程安排间隙,使用包括工作流程时间戳和规划的日程安排的数据来模拟医学检查或医学治疗疗程的多个提议的工作流程日程安排,所述模拟包括利用贝尔曼方程将所提议的工作流程日程安排的状态的概率时间演化绘制为自初始工作流程日程安排的时间的函数;计算针对所提议的工作流程日程安排的关键性能指标(KPI);基于所计算的KPI来选择所提议的工作流程日程安排中的一个工作流程日程安排;并且控制显示设备以显示所选择的提议的模拟的工作流程日程安排。

[0012] 一个优点在于减少了患者的等待时间。

[0013] 另一个优点在于为医学实验室生成了更有效的工作流程日程安排。

[0014] 另一个优点在于增加了医学工作人员和患者的满意度。

[0015] 另一个优点在于预测了未来的患者工作流程日程安排、相关联的资源和费用的变化。

[0016] 另一个优点在于实时预测了日常医学工作人员的工作流程日程安排的变化。

[0017] 另一个优点在于提供了一种日程安排设备,该日程安排设备减少了用户调节日程安排以补救意外事件的工作量。

[0018] 另一个优点在于提供了用户接口以使未来的患者会诊和必要信息得到可视化。

[0019] 另一个优点在于生成了数据驱动的定制的患者会诊时间间隙。

- [0020] 另一个优点在于为日程安排算法提供了临床科室的特定工作流程。
- [0021] 另一个优点在于对患者的流程和会诊进行了优先级排序。
- [0022] 给定的实施例可以提供前述优点中的零个、一个、两个、更多个或所有优点,并且/或者可以提供其他优点,本领域普通技术人员在阅读和理解了本公开内容后将,这将变得显而易见。

### 附图说明

- [0023] 本公开内容可以采取各种部件和部件布置以及各个步骤和步骤安排的形式。附图仅出于图示优选实施例的目的,而不应被解释为限制本公开内容。
- [0024] 图1示意性地示出了根据一个方面的工作流程日程安排监测系统。
- [0025] 图2示出了图1的系统的示例性流程图操作。
- [0026] 图3示意性地示出了被描绘为甘特图的说明性工作流程日程安排。
- [0027] 图4示意性地公开了图1的系统的日程安排学习引擎。
- [0028] 图5示出了由图1的系统进行日程安排的可用性容量、对会诊类型的约束和对医嘱的限制的示例性列表。
- [0029] 图6示出了由图1的系统进行日程安排的示例性医嘱列表。
- [0030] 图7和图8示出了由图1的系统生成的示例性模拟工作流程日程安排。
- [0031] 图9A-9E示出了由图1的系统生成的各种患者日程安排的KPI结果。
- [0032] 图10示出了由图1的系统生成的患者日程安排的总KPI得分。
- [0033] 图11示出了图1的系统的另一示例性流程图操作。

### 具体实施方式

- [0034] 在现有的放射学实验室或其他医学实验室环境中,通常依靠患者的日常日程安排来协调一天中的工作流程日程安排。如果患者迟到,实验室工作人员因病请假,成像系统或其他实验室仪器出现故障或者发生其他意外事件,则可能产生问题。
- [0035] 所公开的方法采用计算机或其他电子处理器,该计算机或其他电子处理器被编程为提供工作流程日程安排模拟器、工作流程日程安排优化器和用户接口(例如,结合显示器和键盘、鼠标、触敏显示器等)的组合以提供对日常日程安排的主动管理。能够使用诸如FlexSim™模拟软件(可从<https://healthcare.flexsim.com/>获得)之类的市售软件包来创建规划的工作流程的数字模型并模拟假设情景。能够在FlexSim™模拟软件上创建并测试一个或多个潜在的日程安排作为假设情景。该模拟还考虑了可用的态势感知信息,例如,基于医学工作人员是否已经打卡上班的医学工作人员可用性、由实时定位服务(RTLS)提供的更细粒度的位置信息、经由GPS得到的门诊患者位置(当可用且由患者授权时)、从放射信息系统(RIS)获得的成像系统的状态等。
- [0036] 工作流程日程安排优化器能够被实施为针对模拟器的附加程序包(例如,OptTek-OptQuest™,可从<https://www.opttek.com>获得),并且能操作用于根据一组业务约束/限制/优先级来生成日程安排调节,从而调节所模拟的工作流程日程安排的各方面。例如,如果实验室工作人员因病请假,模拟器会估计这将导致下午的患者会因一天中累积的延迟时间而延迟。然后,工作流程日程安排优化器可以针对各种候选调节或调节组合(例如,切换

可调节的患者会诊(例如,住院患者)的时间,取消一个或多个患者,增加临时工作人员,联系远程人员来帮助维护工作流程日程安排,使实验室人员加班以延长工作日等)来模拟假设的工作流程日程安排。能够使用一个或多个关键性能指标(KPI)对每个这样的假设模拟进行评分。系统可以自动选择一个或多个KPI评分最高的调节,或者可以经由用户接口向实验室工作人员提议(一个或多个)评分最高的调节以供用户选择。

[0037] 对所选择的(一个或多个)调节的实施可以是手动的,半自动的或全自动的,具体取决于调节的类型、所期望的人工监督管理水平和可用的辅助实施系统。例如,对门诊患者的重新日程安排可以手动完成,也可以经由机器人电话或短信系统来自动完成。带薪加班的实施方式可以自动实施,也可用需要主管的批准。通常,直到系统接收到对实施调节的确认,才会更新日常日程安排以进行调节。用户接口还可以以甘特图或其他可视化形式提供最新的工作流程日程安排。

[0038] 所公开的系统主要旨在作为一种机制以改善剩余工作日(或工作班次)的时间范围内的日常日程安排。然而,可以将每天的工作日程安排调节都记录下来以生成意外事件的数据库并响应于这些事件而对工作日程安排进行调节。这样的数据库可以是对放射科经理在分配科室资源和/或主张增加科室资源时的考虑有用的信息。在一些示例中,所公开的系统在医院环境中能够被实施为监测、预测和优化整个医院中的工作流程的集中式系统。

[0039] 典型地,医院在给定时间会具有数百份出色的医学成像研究医嘱。当前,这是通过手动日程安排处理的,但是这不会产生高效的日程安排。在本文公开的实施例中,日程安排学习引擎执行可能的日程安排的蒙特卡洛模拟。工作流程模拟器能操作于统计地模拟每个这样的日程安排配置和针对该配置的KPI。KPI的加权组合可以用作评估日程安排配置的目标函数(或“得分”)。一些合适的KPI包括工作人员利用率、房间利用率、总等待时间、最后的患者离开所经过的时间(与成像工作班次的总长度相对应)等。

[0040] 在本文公开的一些实施例中,日程安排学习引擎选择得分最高的蒙特卡洛模拟的日程安排配置。在另一可能的方法中,日程安排学习引擎在显示器(例如“仪表盘”)上向用户呈现前N个得分最高的蒙特卡洛模拟的日程安排配置以供用户选择。在一个实际的实施方式中,可以对针对单个成像检查的各个日程安排间隙执行这样的蒙特卡洛模拟,以便生成针对该成像检查的前N个的可能的间隙。这可以被显示在人类日程安排代理的仪表板上,该人类日程安排代理能够与患者(或患者的代表)关于这N个可能的间隙中的哪个间隙是优选的进行协商。前述方法的困难在于,蒙特卡洛模拟的日程安排配置的数量受到计算速度的限制,特别是在运行以(近)实时地辅助人类日程安排代理时。

[0041] 在本文公开的其他实施例中,日程安排学习引擎采用增强学习(例如, $Q$ 学习或策略梯度优化),该增强学习使用贝尔曼方程将状态的时间演化绘制为从某个初始日程安排开始的时间的函数。在蒙特卡洛模拟的日程安排配置上训练强化学习,以选择具有最佳长期收益的间隙。强化学习有利地利用了一定的收益,同时探索了新的动作(间隙选择)以防止它总是贪婪地选择具有良好收益的下一间隙。因此,强化学习特别有利于手头的医学成像研究日程安排任务。

[0042] 由日程安排学习引擎进行日程安排的成像研究医嘱被适当地输入为医嘱列表。可以提供字段以指示研究优先级、医学成像流程(能够从中导出成像模态并因此导出能够执行该流程的成像房间)以及患者类别(例如,住院患者或门诊患者)。

[0043] 在另外的变体中,工作流程模拟可以并入用于患者未出现和取消的预测模型。也可以并入患者会诊偏好,既可以是个人会诊偏好(特定患者X不能在第20日的一周进行检查)又可以是统计会诊偏好(门诊患者偏好早上进行会诊)。

[0044] 可以以各种方式利用所公开的日程安排学习引擎。在一种方法中,如上面所讨论的,可以将日程安排器逐一应用于医嘱列表中的工作,这可能与查看仪表板的做出最终的日程安排间隙确定的人类日程安排代理结合使用。在另一方法中(不互斥),患者能够经由呈现仪表板的移动应用程序(“app”)直接访问日程安排学习引擎,并且患者能够使用日程安排学习引擎对他或她自己的医学成像研究会诊进行日程安排(或重新日程安排)。

[0045] 参考图1,示出了说明性工作流程日程安排监测系统10。如图1所示,系统10包括第一数据库12、第二数据库14、实时定位服务(RTLS)设备16和计算设备18(例如,工作站、计算机、平板电脑、智能手机等)。第一数据库12被配置为存储“过去的”信息,例如,工作流程日程安排处理时间戳、工作人员日程安排和临床资源可用性。在一些示例中,第一数据库12能够是电子病历(EMR)数据库。第二数据库14被配置为存储“当前的”信息,例如,(例如经由GPS数据得到的)实时患者和工作人员位置以及实时环境信息(例如,气象数据、交通数据等)。RTLS设备16生成工作人员和患者的位置数据(并且任选的还有偶尔被分配给实验室的移动医学仪器),并且将该数据存储在第一数据库14中。通过非限制性说明,合适的RTLS的一个示例是基于RFID的RTLS,其采用射频识别(RFID)标签,该RFID标签由工作人员佩戴,在患者手镯上,被设置在被跟踪设备上或中等并且由被放置在医院或其他医学设施周围的战略要地处的RFID标签读取器进行跟踪。在另一示例中,RFID标签能够由工作人员成员或患者佩戴(例如在腕带、衣物、识别徽章上)或者被放置在通常能找到工作人员成员或患者的区中(例如在汽车或家中)以允许对患者或工作人员成员进行远程位置监测。RTLS标签数据库存储标签-主题分配结果,这使得RFID标签能够与带标签的个人或仪器相关联,并且医院或其他医学设施(或其周围的区)的电子地图会基于哪个RFID标签读取器拾取到RFID标签来识别位置(或者,在更高级的实施例中,由两个或三个RFID标签读取器对RFID标签的检测使得能够通过三角测量来实现更精确的定位)。

[0046] 在另一非限制性说明中,RTLS 16能够采用智能手机、平板电脑或由工作人员成员或患者操作的其他智能设备。在该示例中,用户能够登录其智能手机或平板电脑上的移动应用程序(“应用程序”)并使用手机或平板电脑中的全球定位系统(GPS)来收集位置信息并确定工作人员成员或患者的位置。然后,医学设施处的计算设备18能够使用根据RTLS 16所确定的位置并生成工作人员或患者到达医院的路线,该路线能够被显示在智能手机或平板电脑上。

[0047] 出于工作流程日程安排的目的,使用RTLS 16将每个患者或工作人员成员分类为以下之一可能就足够了:(1)不在医院;(2)在医院,但不在放射实验室;或者(3)在放射实验室。在移动医学仪器的情况下,通常仅适用类别(2)或(3)。在一些实施例中,RTLS 16能够用于确定工作人员成员是否可用。例如,如果每个工作人员成员的位置是已知的,则能够将该位置与规划的日程安排进行比较以推断工作人员的利用率(例如,工作人员A被安排与工作人员C一起对患者B执行流程)。在另一示例中,位置信息能够用于历史时间戳(例如,在X分钟内,护士A被用于流程Y),这能够被存储在第一数据库12中。

[0048] 工作站18包括具有典型部件的计算机或其他电子数据处理设备,该典型部件例如

为至少一个电子处理器20、至少一个用户输入设备(例如,鼠标、键盘、轨迹球等)22以及显示设备24。应当注意,这些部件能够以各种方式分布。例如,电子处理器20可以包括工作站终端的本地处理器和由工作站终端访问的服务器计算机的处理器。在一些实施例中,显示设备24能够是与计算机18分离的部件。工作站18还能够包括一个或多个数据库或非瞬态存储介质26。作为非限制性说明性示例,各种非瞬态存储介质12、14、26可以包括以下各项中的一项或多项:磁盘、RAID或其他磁性存储介质;固态驱动器、闪存驱动器、电可擦除只读存储器(EEROM)或其他电子存储器;光盘或其他光学存储设备;其各种组合等。它们也可以进行各种组合,例如,单个服务器RAID存储设备可以存储两个数据库12、14。显示设备24被配置为显示包括一个或多个字段的图形用户接口(GUI)28,以从用户输入设备22接收用户输入。

[0049] 在一些实施例中,系统10还包括警报生成设备30,该警报生成设备30被配置为基于提议的工作流程日程安排的调节来生成警报。例如,警报生成设备30能够包括用于生成消息服务(MS)文本消息、短消息服务(SMS)、基于Web的程序(例如,Microsoft Outlook)中的警报等的设备等,以便通知患者对患者的会诊时间进行重新日程安排。在一些实施例中,可以让患者选择是接受还是拒绝重新日程安排,在这种情况下,系统将不会更新日程安排以反映重新日程安排,除非并且直到患者通过返回文本消息而接受为止。

[0050] 系统10被配置为执行工作流程日程安排监测方法或过程100。非瞬态存储介质存储指令,该指令能由工作站18的至少一个电子处理器20读取并运行以执行所公开的操作,包括执行工作流程日程安排监测方法或过程100。在一些示例中,方法100和/或200可以至少部分地通过云处理来执行。可以将被运行为执行工作流程日程安排监测方法或过程100的指令视为实施:(i)分析引擎40,其包括工作流程日程安排模拟模块42和工作流程日程安排优化模块44,以及(ii)用户接口28,其例如控制工作站18在显示器24上显示当前工作流程日程安排46(即,分析引擎42输出的当前状态的工作流程日程安排46)和提议的用于改进工作流程日程安排的工作流程日程安排调节选项48,该工作流程日程安排调节选项48是当前提出的,但尚未在当前的工作流程日程安排46中实施(例如,因为所提议的调节选项48尚未被用户接受或批准,或者因为患者、医院病房或其他授权实体尚未确认提议的对患者的重新日程安排)等)。在一天开始时,可以将当前的工作流程日程安排设置为规划的日程安排50,通过接受由分析模块42的优化模块44生成的提议的调节选项48而在全天内更新该规划的日程安排50。

[0051] 在优化工作流程日程安排时,优化模块44使用一个或多个关键性能指标(KPI)作为优化的日程安排的质量度量。作为非限制性说明性示例,KPI可以例如包括以下各项中的一项或多项:针对流程进行日程安排的所有患者的总预测患者等待时间;针对流程进行日程安排的任何单个患者的预测的最大等待时间(例如,如果患者A、B、C、D和E各自具有2分钟、5分钟、25分钟、7分钟和4分钟的预测等待时间,则最大等待时间KPI值将为25分钟)、总操作费用;工作人员费用;总工作人员加班;计算设备18的性能;以及系统所处于的约束状态等。这些说明性KPI中的每个优选被最大程度地减小,但是该优化能够替代地被表述为最大化问题。优化质量因数(即,目标函数)能够包括若干KPI的加权组合,其中,加权值被选择为将值缩放为可比较的单位(例如,通过适当的缩放使基于时间的KPI和基于费用的KPI成为可比较的)并且对各种KPI的相对重要性进行加权。

[0052] 优化模块44可以执行约束优化,在该约束优化中,优化的工作流程日程安排必须满足一些业务约束或限制52。作为非限制性说明性示例,业务约束或限制可以包括以下各项中的一项或多项:针对任何单个患者预测的最大等待时间,(这既可以是要最大程度地减小的KPI,又可以是规定了针对任何患者的某种最大可允许等待时间的情况下的约束(例如,在患者服务水平上,等待时间应小于或等于15分钟));任何工作人员成员的最大工作小时数;最大的总工作人员加班时间;每天最多可执行的患者流程数量;没有一个患者能够接受一个以上的流程的约束等。

[0053] 参考图2,以流程图的形式示意性地示出了工作流程日程安排监测方法100的说明性实施例。在102(例如,由图1的图示性逻辑模块架构中的模拟模块42执行)处,至少一个电子处理器20被编程为使用包括工作流程时间戳、工作人员日程安排、实时患者位置信息、实时工作人员位置信息、实时工作人员位置天气信息、实时工作人员位置交通信息以及规划的日程安排中的至少一项的数据来模拟工作流程日程安排。例如,能够从第一数据库12检索工作流程时间戳和工作人员日程安排,并且能够从第二数据库14检索实时患者位置信息和实时工作人员位置信息。模拟操作包括在允许具有统计学意义的结论的时间段内更新和使用最新的过程分布以进行工作流程日程安排模拟。在一些示例中,能够利用由医院工作人员做出的手动时间戳、在第一数据库12中存储的时间戳或由RTLS 16提供的信息来执行该过程。由于医院环境不断变化(例如,医生在执行流程的过程中变得越来越快),因此时间戳允许使用具有统计学意义的最新分布。在其他示例中,能够在未来的日程安排操作中使用时间戳数据(例如,医院在未来几周内安排更多的急诊患者)。模拟操作使用一组最新记录的时间戳和估计的患者到达时间来模拟规划的日程安排以及假设情景。在一些示例中,模拟包括针对规划的日程安排中的每个会诊生成关键性能指标(KPI)(例如,患者等待时间、最后离开的患者等)。在一个说明性实施例中,模拟模块42被实施为FlexSim™模拟软件,该软件被适当配置有前述信息并被链接到适当的可用数据源(例如,数据库12、14、RTLS 16等)。

[0054] 在104处,至少一个电子处理器20被编程为优化所提议的工作流程日程安排(例如由图1的优化模块44执行)。为此,至少一个电子处理器20被编程为检测在104处的工作流程日程安排与包括例如工作人员时间、患者会诊时间和患者会诊的最大剩余数量的约束数据52的不符合。请注意,该约束可以与时间有关并且可以随着一天的进行而变化。例如,如果每天安排20次磁共振成像(MRI)疗程,则在一天的开始时,该优化限制将为20。另一方面,当优化在工作流程日程安排期间(例如午餐后)运行时,则该限制可以是10个剩余的MRI疗程。在一些示例中,检测操作包括:至少基于实时患者位置信息或实时工作人员位置信息来预测患者或医院工作人员的迟到或缺席,并且重新运行并入预测的迟到的模拟以检测工作流程日程安排与约束数据的不符合。

[0055] 在106处,至少一个电子处理器20被编程为响应于检测到不符合而确定一个或多个工作流程日程安排调节选项,所述一个或多个工作流程日程安排调节选项用于调节工作流程日程安排以符合约束数据。调节选项能够包括任何合适的调节,以移除与工作流程日程安排的偏差。在一个示例中,调节选项能够包括引入额外的医院工作人员(例如,已经在医学设施中的工作人员成员或在医院网络中的另一远程位置工作的工作人员成员)。在另一示例中,调节选项能够包括对患者会诊进行重新日程安排。通过调用模拟模块42以模拟

具有每个候选调节的工作流程日程安排来分析每个候选调节,并且针对结果得到的模拟的工作流程日程安排计算KPI,以为该工作流程日程安排以及对应的候选调节分配得分。举例说明,考虑到以下情况:在104处检测到日程安排中剩余患者的数量(例如,7个患者)高于当前最大可允许患者数量(例如,6个)。例如,如果一个或多个成像流程的运行时间比预期的要长,使得工作日中的剩余时间不足以为剩余的所有7个患者提供服务,则可能发生这种情况。然后,候选调节可以包括:移除剩余的7个患者中的第1个患者并模拟该工作流程日程安排;移除剩余的7个患者中的第2个患者并模拟该工作流程日程安排;依此类推,直到模拟了将这7个患者中的每个患者移除的选项为止。针对每个模拟的工作流程日程安排计算KPI,并且按得分对这些选项进行排名。在一些示例中,KPI能够用于确定资源(例如,工作人员加班费用、患者等待时间费用等)之间的权衡以做出日程安排决策。

[0056] 作为第二说明,考虑到工作人员成员生病或家中有急事且必须在中午离开的情况。在102处,模拟了现在要移除该工作人员成员的工作流程日程安排,并且在104处,检测到发生这种变化时保持4:1的患者/工作人员比率的约束数据52。可能有若干个选项能够克服不符合该4:1的患者/工作人员比率约束的情况。一个选项可以是将患者重新日程安排到另一天。另一选项是引入额外的工作人员成员。第三选项是让当前的工作人员同意加班工作。第四选项可以包括:对在医院网络的另一医学设施位置处的工作人员成员或在医院中但不在一起的工作人员进行重新路由,并且使用RTLS 16(例如,在工作人员成员的身份识别卡中的RFID标签或被附接到工作人员成员的衣服的RFID标签;经由智能手机或平板电脑中的GPS来跟踪工作人员成员等)来规划或重新规划工作人员成员从其他设施到达医院的路线。在106处,通过调用模拟模块42以模拟具有每个这样的选项的工作流程日程安排来评估每个这样的选项,并且通过针对模拟的工作流程日程安排计算KPI来对选项进行评分。然后,根据所计算的基于KPI的得分对选项进行排名。

[0057] 在108处,至少一个电子处理器20被编程为控制显示设备24以显示在102处计算的工作流程日程安排以及在106处开发的一个或多个工作流程日程安排调节选项,优选将其显示为排名列表(按其KPI得分进行排名)并任选地列出这些得分。在一些实施例中,可以仅列出排名靠前的N个选项,例如仅列出两个或三个得分最高的选项。能够经由GUI 28显示工作流程日程安排46和调节选项48,如图1中示意性指示的那样。在一个示例中,工作流程日程安排46被显示为甘特图(参见图3,其中,每个水平条对应于一个患者;虽然在图3中未示出,但是应预想到每个水平条都得到适当标示,例如按患者姓名、成像流程类型等进行标示)。使用甘特图显示工作流程日程安排46有利地使得能够直接视觉识别在任何给定时间(水平轴)内预测到有多少患者将接受服务(由多少水平条与该时间相交来指示)以及预测到每个患者当时处于流程中的哪个阶段(使用彩色编码或表示患者的水平条的部分的其他区别编码)。所显示的工作流程日程安排46能够显示规划的工作流程并突出显示与之相比的偏离。在一些示例中,至少一个电子处理器20被编程为控制显示设备24以显示(在102处生成的)相关联的KPI,该相关联的KPI与每个选项相关联。

[0058] 在110处,至少一个电子处理器20被编程为经由一个或多个用户输入设备22接收用户输入,该用户输入指示对工作流程日程安排调节选项中的一个工作流程日程安排调节选项的选择。这对应于图1的图解性说明的GUI 28的操作。例如,用户能够选择所显示的调节选项中的一个或多个调节选项(例如,请求额外的工作人员,对会诊进行重新日程安排

等)。

[0059] 在112处,实施所选择的(一个或多个)调节选项。可以手动,半自动或完全自动地执行该操作,具体取决于正在实施的选项、所期望的人工监督管理水平(如果有的话)以及可用的实施基础结构。例如,如果要实施的选项是对门诊患者的会诊进行重新日程安排,则实施112可以包括:激活图1的警报通知系统30以向请求重新日程安排的门诊患者发送文本消息,并且接收从批准重新日程安排的门诊患者返回的文本消息。另一方面,如果所选择的调节选项是让工作人员成员加班工作,则这可以被自动实施,或者在变型实施例中,可以向适当的医院官员发送加班授权的请求,并且在接收到这样的授权时实施该选项。在对住院患者进行重新日程安排的情况下,实施可能需要连接医院信息系统(HIS)或其他数据库并在HIS中自动更新患者的日程安排以反映该重新日程安排。这些仅是非限制性说明性示例。

[0060] 在一些情况下,所选择的调节选项可能无法实施,如图2中的113处所指示的那样。例如,门诊患者可能不响应请求重新日程安排的文本消息,而医院政策可能是联系不到患者就不能对会诊进行重新日程安排;或者,适当的医院官员可能不会拒绝工作人员加班要求等。在这样的情况下,将无法实施的所选择的选项从可用选项的列表中移除,然后将流程返回到110以呈现剩余的(一个或多个)选项,优选利用某种显示的说明来说明最初选择的选项没有得到实施。

[0061] 在114处,在成功实施所选择的调节选项的相反情况下,至少一个电子处理器20被编程为通过根据所选择的工作流程日程安排调节选项调节工作流程日程安排来生成更新的工作流程日程安排。例如,当选择所显示的调节选项中的一个或多个调节选项时,能够基于所选择的选项来更新并显示所显示的工作流程日程安排。在一些示例中,实际的工作流程与工作流程日程安排之间的偏差会在显示设备24上基于所选择和实施的调节选项而发生变化。然后,至少一个电子处理器20被编程为控制显示设备24以显示更新的工作流程日程安排。在一些示例中,至少一个电子处理器20被编程为在第二数据库14中存储用于更新所显示的日程安排的所选择的工作流程日程安排调节选项。在一些实施例中,当经由一个或多个用户输入设备22接收指示对所显示的工作流程日程安排调节选项中的一个或多个工作流程日程安排调节选项的接收的一个或多个用户输入时,能够重复模拟操作、检测操作和选项确定操作(例如,102-106)。

[0062] 图3以甘特图示出了工作流程日程安排46的示例。每个水平条对应于一个患者。每种颜色的阴影(被标示为1-4)指示报告的不同组成部分(例如,患者早到、患者迟到、等待和准备时间以及流程)。最燃在图3中未示出,但是预想到每个水平条都被适当地标示,例如,根据患者姓名、成像流程类型等进行标示。

[0063] 图4示出了系统10的用于辅助用户生成规划的日程安排50的日程安排助手58的示例实施例。日程安排学习引擎60被配置为生成模拟实际的工作流程的工作流程模拟模型62。模型62捕获患者流程经过的所有任务,包括针对每个任务的处理时间(作为分布情况),执行任务所需的资源(如CT室、便携式超声仪器、护士、医生等)。模型62还捕获可用资源的数量及其日程安排。通过将患者的会诊时间及其流程类型传递给模型,日程安排学习引擎60能够计算KPI(如患者的等待/空闲时间、到达出口时间、最后的患者离开的时间、工作人员/房间/仪器利用率等)。能够使用离散事件模拟或基于代理的模拟技术来开发该模块。

[0064] 日程安排学习引擎60与包含医嘱66的列表的EMR系统64可操作地连接。日程安排

学习引擎60被配置为从EMR系统64检索医嘱66的列表。

[0065] 日程安排学习引擎60被配置为识别已经在工作流程的模型上测试过的优化的患者日程安排。如图1中所指示的,示出了患者日程安排的初始状态(即,当前的规划的日程安排50)。图5中示出的规划的日程安排50示出了可用性容量以及对会诊类型的约束以及对要进行日程安排的医嘱的限制(例如,未被占用的间隙以及为住院患者预留的某个间隙以及被阻挡的某个间隙)。能够从EMR系统64检索要进行日程安排的患者医嘱,该EMR系统64包含诸如医嘱创建日期、流程类型等信息。如图6所示,其被示为要由图1的系统进行日程安排的示例性医嘱列表。

[0066] 返回参考图4,日程安排学习引擎60迭代地模拟将要进行日程安排的医嘱随机分配给会诊时间的动作。根据患者偏好将医嘱置于空的间隙会积极奖励系统,并且任何违反行为(例如,为住院患者保留门诊患者医嘱)将产生负面奖励。能够将任何这样的规则编码到奖励系统中。执行诸如“肝脏活检”之类的特定成像流程的间隙持续时间估计结果能够是根据工作流程模型62能够提供的组织的历史数据的概率分布随机抽取的。使用蒙特卡洛采样技术能够生成若干患者日程安排。

[0067] 将如图7和图8所示的生成的这些测试患者日程安排作为输入而传递到工作流程模型62。工作流程模型62运行并输出能够针对给定的患者日程安排预计的KPI(例如,总患者等待时间、工作人员利用率和房间利用率等)。这些KPI值能够被进一步转换成系统能够使用的奖励或价值函数,以学习其动作的结果并使累积的未来奖励最大化。该过程能够继续进行固定数量的迭代,或者直到优化了目标函数为止。在图9A-9E中图示了各种患者日程安排的整体性能。它示出了针对每个患者日程安排配置的KPI的输出。能够通过组合所有KPI值以确定总体最佳患者日程安排配置来计算最终得分,如图10所示。例如,简单的算术得分能够使分子中具有所有正相关的KPI值,而分母中具有所有负相关的KPI值。
$$\text{得分} = (\text{工作人员利用率} + \text{房间利用率}) / (\text{总等待时间} + \text{最后的患者离开所经过的时间})$$
。现在,最终会诊间隙在时间上是连续的而没有固定间隙大小的概念。

[0068] 能够用贝尔曼方程表示会诊时间与直接且长期奖励/价值绘制的组合。能够使用诸如Q学习或策略梯度方法之类的强化学习算法来构建这样的学习代理。代理学习挑选具有最佳长期收益的动作。该算法能够利用某种收益并同时探索新的动作以防止其变得贪婪。

[0069] 返回参考图4,日程安排学习引擎60与日程安排仪表板68可操作地连接,该日程安排仪表板68能够例如被显示在图1的显示设备24上。日程安排仪表板68为每个患者医嘱提供了一些由日程安排学习引擎60提供的建议的会诊间隙以及也由日程安排学习引擎60提供的对总体性能KPI的影响;但是患者总是有可能要求更改。然后,日程安排仪表板68能够将这些选项提供给患者(或日程安排系统10的用户,例如,在日程安排助手58的辅助下维护/更新规划的日程安排50的文书工作人员)以选择和确认会诊时间。通过根据模拟的工作流程测试新的日程安排,能够轻松地确定任何更改请求的影响,并且能够将尚未进行日程安排的医嘱优化为较新的状态。替代地,系统10能够经由SMS或电子邮件将这些选项直接发送到注册患者,以选择方便的会诊时间。当更改患者日程安排时,系统10能够更新对KPI的影响。

[0070] 日程安排学习引擎60能够实施患者会诊偏好模块70和/或患者未出现/取消模块

72.能够在注册期间从患者那里收集患者会诊偏好,或者根据过去的会诊来推断患者会诊偏好。偏好的示例可以是在工作日或周末进行会诊,在早晨或晚上进行会诊等。这些偏好能够被编码到奖励计算系统中。能够对预测未出现/取消的概率的现有模型(如果有的话)进行建模,以测试对KPI和其他会诊的影响。

[0071] 日程安排学习引擎60也能够可操作地连接到日程安排模块74,该日程安排模块74能够代理验证和选择适当的日程安排并与患者进行通信以确认会诊。在典型的方法中,日程安排助手10不会直接更新规划的日程安排50,而是,日程安排助手10为成像检查医嘱提供了一个或多个建议的间隙,但是直到经由人工代理74接收到对建议的间隙的手动确认后,才会实际更新规划的日程安排50。(在替代实施例中,日程安排助手10确实直接更新规划的日程安排50,并且如果用户希望覆盖所建议的间隙,则用户能够手动编辑自动更新的规划的日程安排)。替代地,系统10能够向患者自动传达一些会诊选项并确认预订。日程安排模块74查看医嘱列表并对其逐一进行日程安排。

[0072] 图11以流程图的形式示意性示出了医学检查或医学治疗工作流程日程安排监测方法200的说明性实施例的示例。该方法200能够由至少一个电子处理器20或日程安排助手50运行。在202处,使用包括工作流程时间戳和规划的日程安排的数据来模拟42医学检查或医学治疗疗程的多个提议的工作流程日程安排46。操作202能够对应于方法100的操作102。例如,通过蒙特卡洛模拟来模拟多个提议的工作流程日程安排46。

[0073] 在一些实施例中,工作流程日程安排模拟模块42接收到来自一个或多个用户的至少一个要进行日程安排的医学检查或治疗疗程请求。来自用户的请求能够是日程安排请求(优选日期、时间或天等)。针对要进行日程安排的至少一个医学检查或治疗疗程请求的所选择的不同的日程安排间隙来模拟多个提议的工作流程日程安排46。例如,能够利用患者会诊偏好来模拟多个提议的工作流程日程安排46,该患者会诊偏好用于选择至少一个要进行日程安排的医学检查或治疗疗程请求的所选择的不同的日程安排间隙。在其他实施例中,利用患者未出现和取消模块来模拟多个提议的工作流程日程安排46。例如,工作流程日程安排模拟模块42执行其中患者不会出现而进行(例如实时)会诊的模拟。然后,工作流程日程安排模拟模块42调节工作流程日程安排46以考虑这些错过的会诊。在另一示例中,工作流程日程安排模拟模块42执行其中患者取消会诊(即,提前)的模拟。然后,工作流程日程安排模拟模块42调节工作流程日程安排46以考虑这些已取消的会诊。

[0074] 在另外的实施例中,通过将所提议的工作日程安排的状态的概率时间演化绘制为自初始工作日程安排的时间的函数来模拟多个所提议的工作流程日程安排46。例如,对状态的概率时间演化的绘制包括利用贝尔曼方程来绘制所提议的工作日程安排的状态的概率时间演化。

[0075] 在204处,针对所提议的工作流程日程安排46计算KPI。KPI用于优化工作流程日程安排46。在优化工作流程日程安排时,优化模块44使用一个或多个KPI作为优化的日程安排的质量度量。作为非限制性说明性示例,KPI可以例如包括以下各项中的一项或多项:针对流程进行日程安排的所有患者的总预测患者等待时间;针对流程进行日程安排的任何单个患者的预测的最大等待时间(例如,如果患者A、B、C、D和E各自具有2分钟、5分钟、25分钟、7分钟和4分钟的预测等待时间,则最大等待时间KPI值将为25分钟)、总操作费用;工作人员费用;总工作人员加班;计算设备18的性能;以及系统所处于的约束状态;工作人员利用率、

房间利用率、总患者等待时间和最优的患者离开所经过的时间等。这些说明性KPI中的每个优选被最大程度地减小,但是该优化能够替代地被表述为最大化问题。优化质量因数(即,目标函数)能够包括若干KPI的加权组合,其中,加权值被选择为将值缩放为可比较的单位(例如,通过适当的缩放使基于时间的KPI和基于费用的KPI成为可比较的)并且对各种KPI的相对重要性进行加权。

[0076] 在206处,基于所计算的KPI来选择所提议的工作流程日程安排46中的一个工作流程日程安排。在一个实施例中,针对所提议的工作日程安排46中的每个工作日程安排对KPI进行求和,以生成针对每个提议的工作日程安排的总KPI得分。选择具有最高的总KPI得分的所提议的工作流程日程安排46。在另一实施例中,显示设备24能够显示相对于未选择的所提议的工作流程日程安排具有较高的总KPI得分的多个所提议的工作流程日程安排46。

[0077] 在208处,显示设备24由至少一个电子处理器20控制以显示所选择的提议的模拟的工作流程日程安排46。在210处,(经由一个或多个用户输入设备22)接收用户输入,该用户输入指示对所显示的工作流程日程安排46的一个或多个时间间隙的选择。在另一示例中,显示设备24被控制为显示能利用一个或多个用户输入设备22编辑的用户输入字段,该用户输入字段包括研究优先级、医学成像流程和患者类别。

[0078] 已经参考优选实施例描述了本公开内容。他人在阅读和理解前面的具体描述的情况下可以想到修改和替代。本文旨在将本公开内容解释为包括所有这样的修改和替代,只要它们落入权利要求书及其等价方案的范围内。

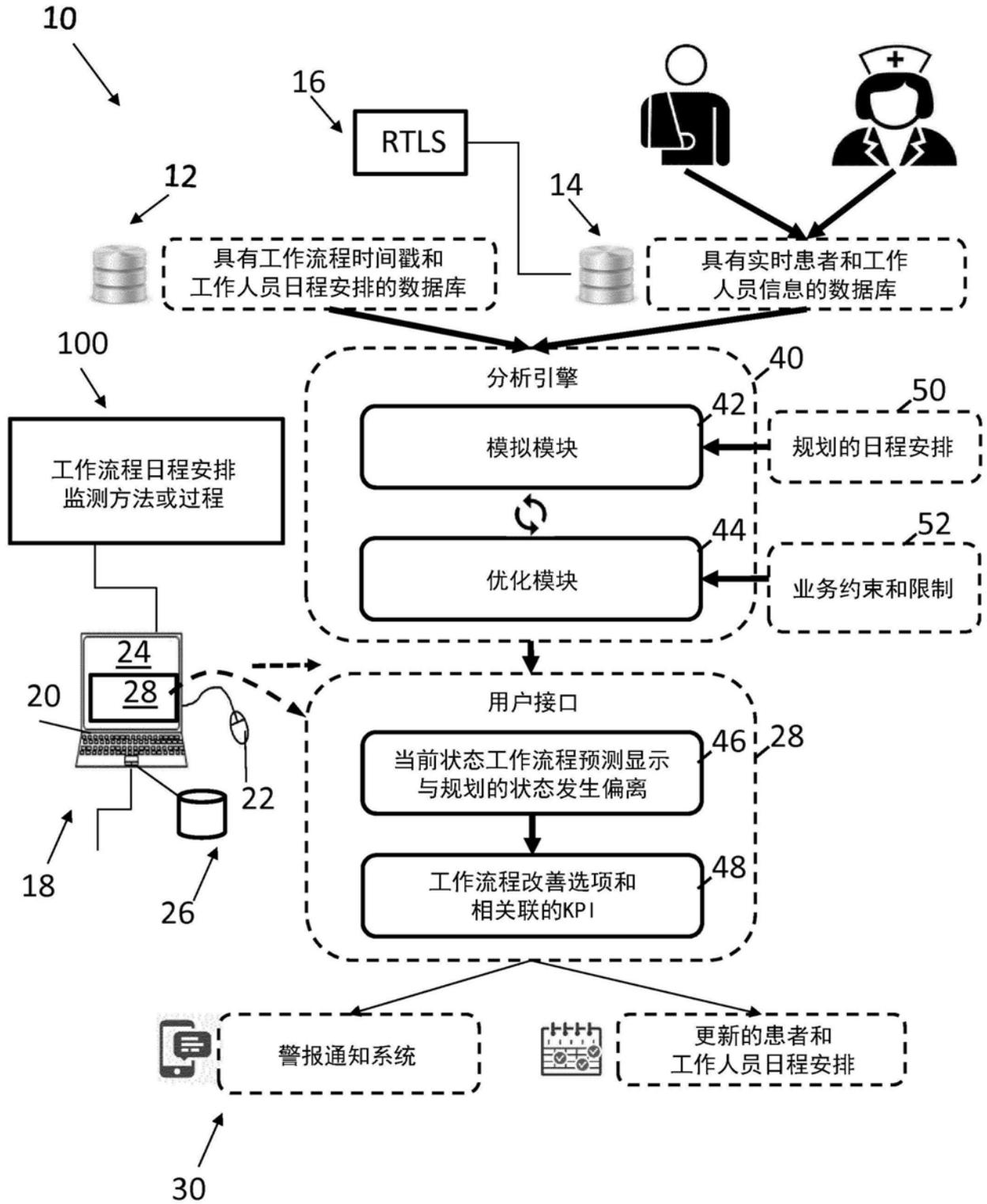


图1

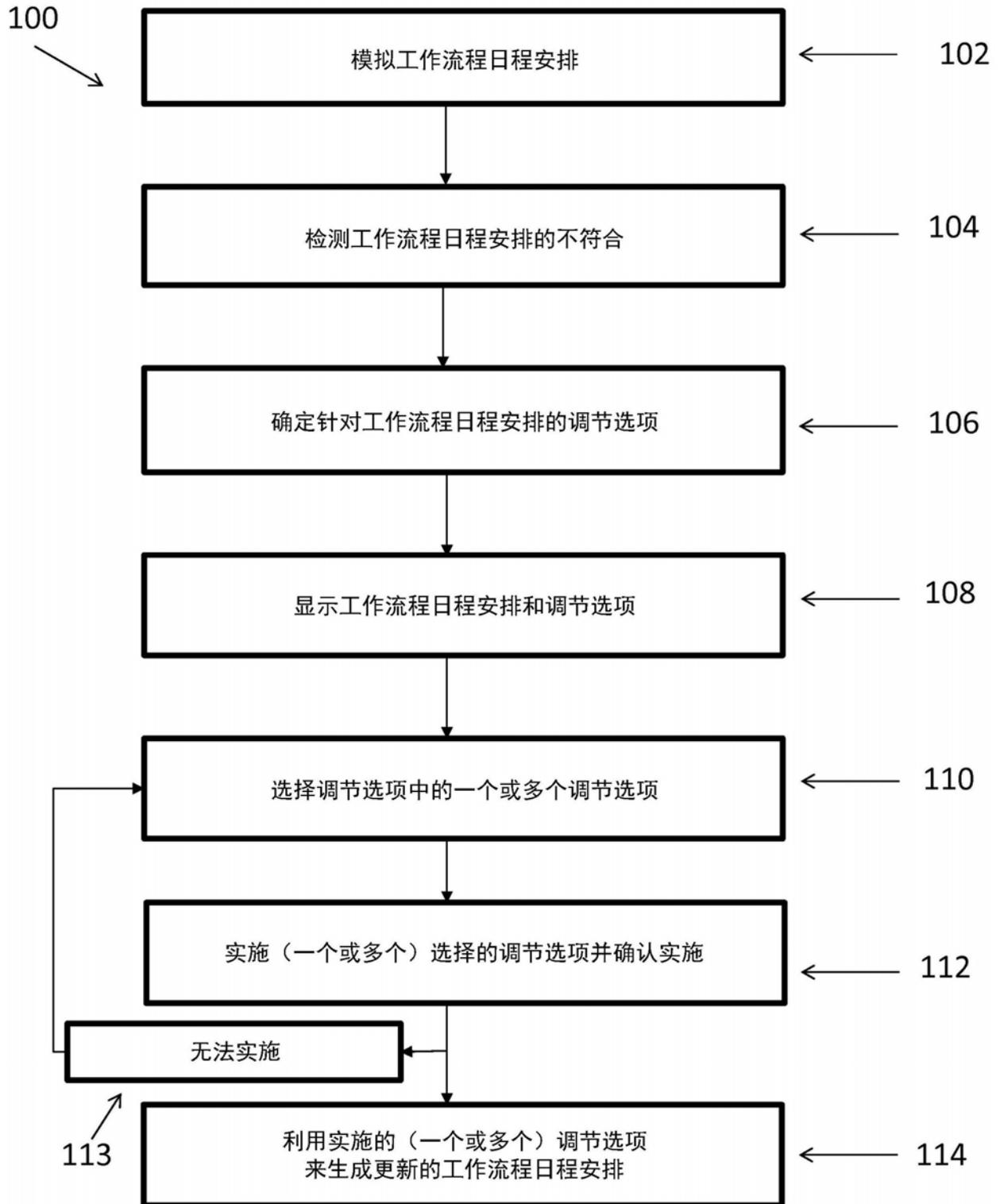


图2

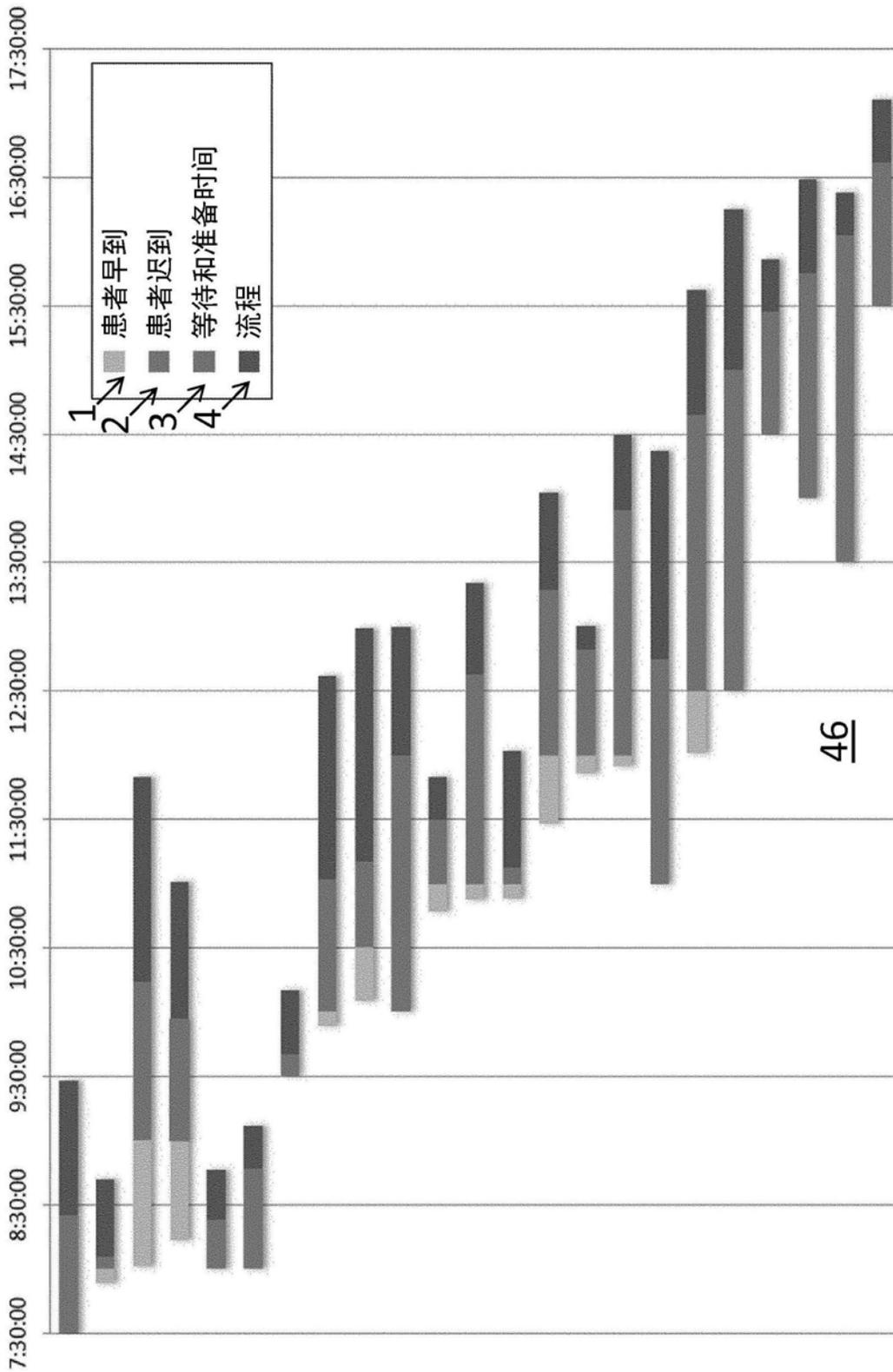


图3

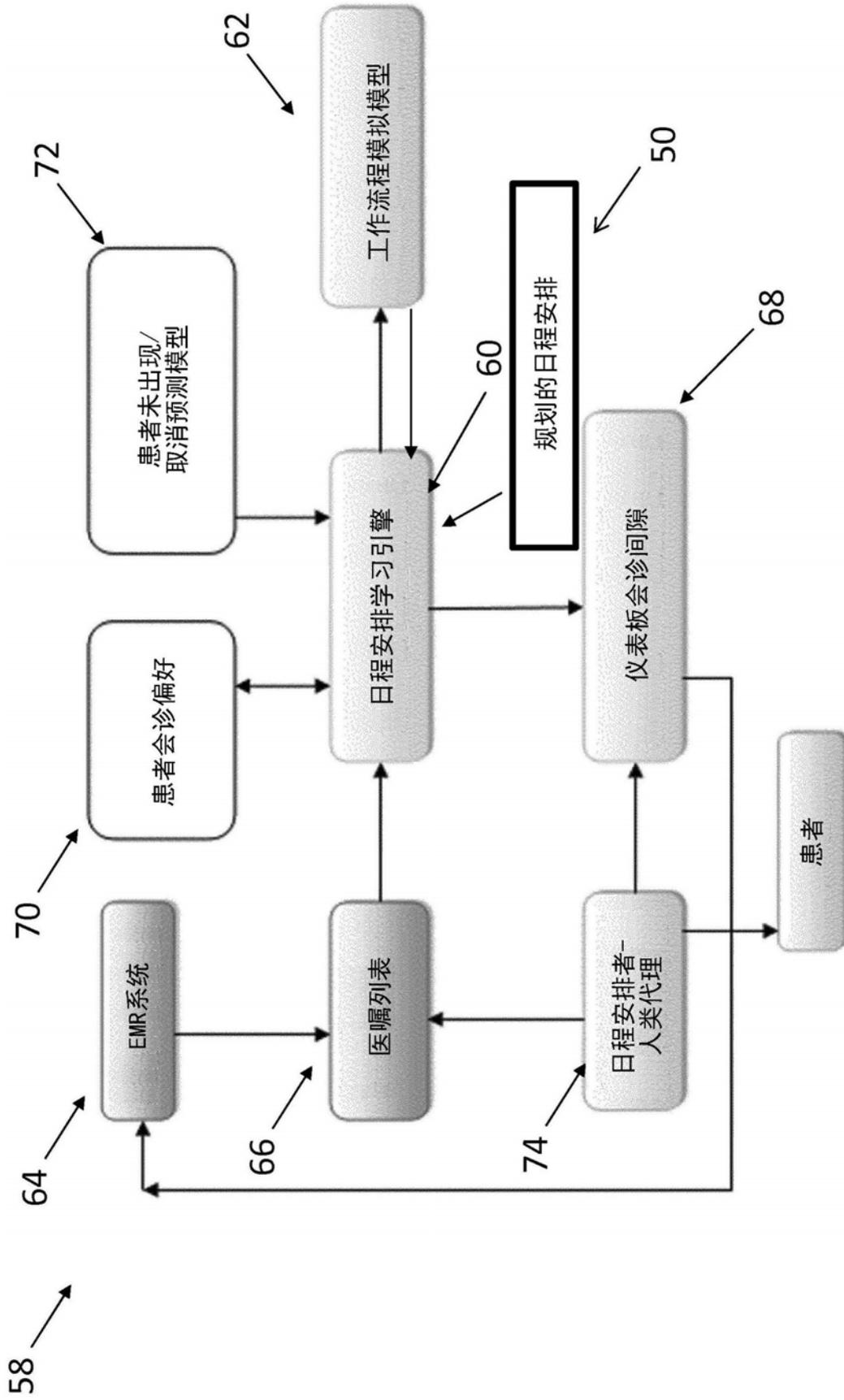


图4

DoW	早上8点	早上9点	早上10点	早上11点	早上12点	下午1点
星期一	CT房间1					
	FL房间1				保留 (阻挡)	
星期二	CT房间1					
	FL房间1				只用于住院患者	
...	...	...				

图5

医嘱ID	MRN	医嘱日期	流程	优先级	患者类别
O100	P100	6/4/2017	穿刺术	常规	住院患者
O101	P101	6/4/2017	IR肝脏病变活检	常规	住院患者
O103	P103	6/4/2017	IR门静脉放置	STAT	门诊患者
O104	P104	6/5/2017	IR MSK BURSA	常规	门诊患者
O105	P105	6/5/2017	IR希克曼导管	STAT	住院患者
...	...	...	...	...	...

图6

DoW		早上8点	早上9点	早上10点	早上11点	早上12点	下午1点
星期一	CT房间1	O050	O080	O060			
	FL房间1	O021	O103	保留			
星期二	CT房间1	O051	O101	O104	O050		
	FL房间1	O031	O033	O035	O100		
...	...	...	...	...	...	...	...

图7

DoW	早上8点	早上9点	早上10点	早上11点	早上12点	下午1点
星期一	O050	O050	O080	O050	O050	O051
星期二	O021	O003	O101	O104	保留	
...	O060	O103	O035	O100		
...	O031					
...	...	...	...	...	...	...

图8

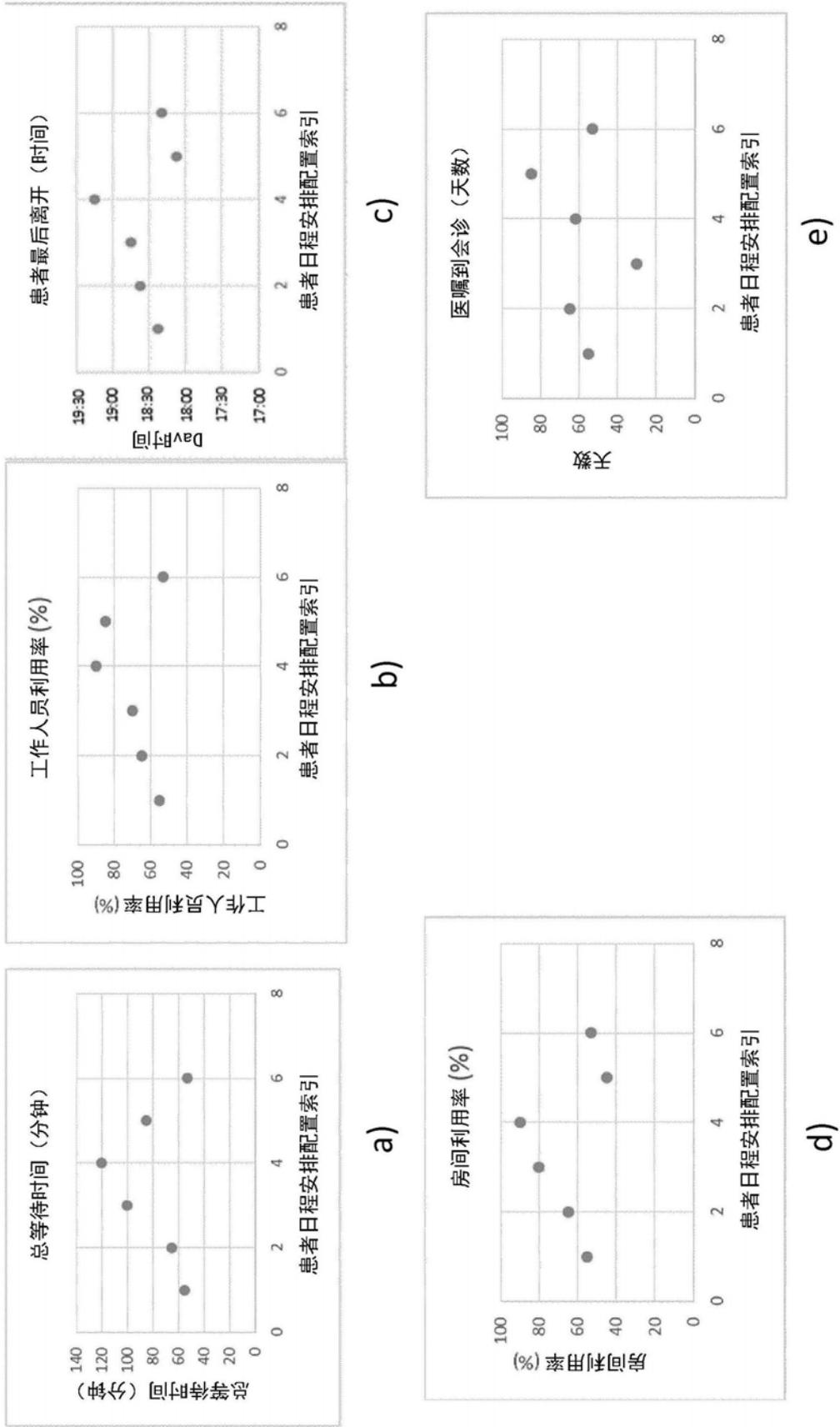


图9

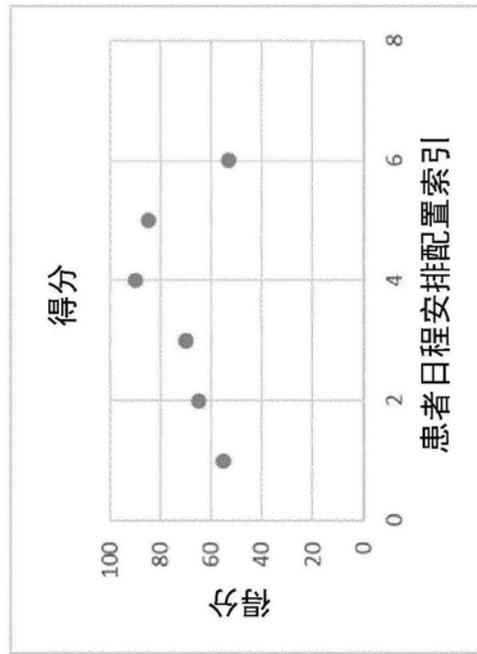


图10

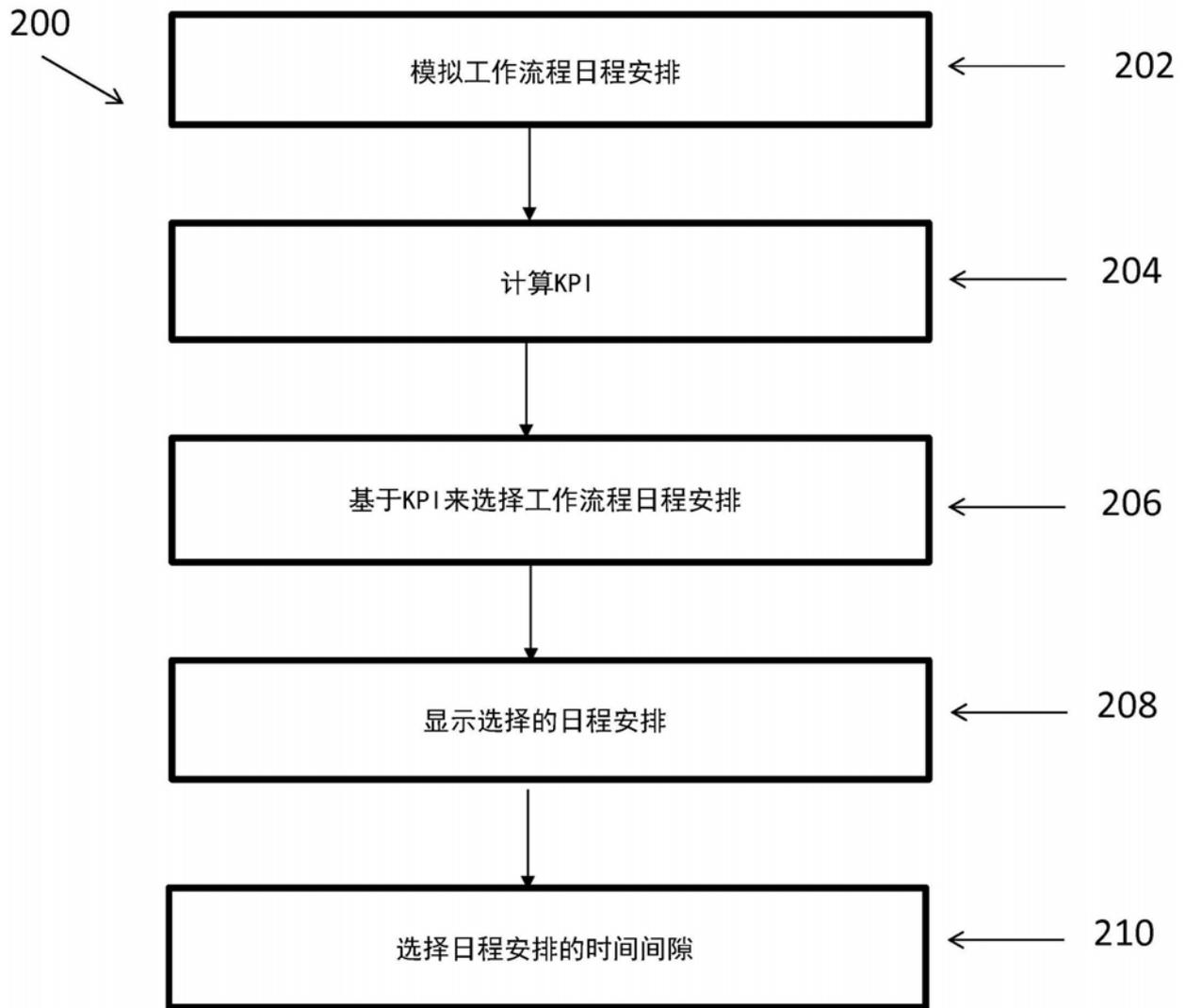


图11