



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105473182 B

(45)授权公告日 2018.11.13

(21)申请号 201480042921.2

(22)申请日 2014.07.11

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105473182 A

(43)申请公布日 2016.04.06

(30)优先权数据

61/860,415 2013.07.31 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.01.29

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2014/063020 2014.07.11

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/015343 EN 2015.02.05

(73)专利权人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72)发明人 P·库马尔 K·A·布兹杜泽克

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司  
72002

代理人 李光颖 王英

(51)Int.Cl.

A61B 6/00(2006.01)

(56)对比文件

WO 2012012768 A1, 2012.01.26,

US 6754374 B1, 2004.06.22,

US 2009234175 A1, 2009.09.17,

US 2011007959 A1, 2011.01.13,

CN 101959454 A, 2011.01.26,

US 2011172517 A1, 2011.07.14,

审查员 蔡世君

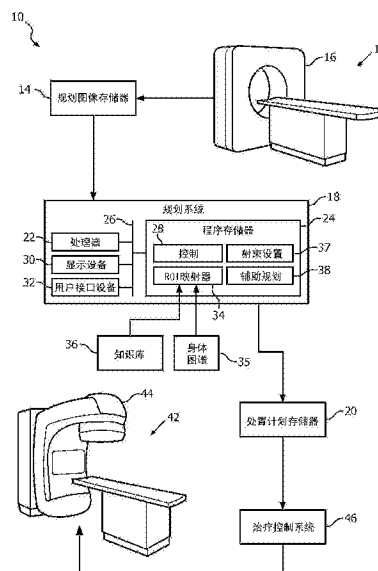
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

治疗规划的自动化

(57)摘要

一种自动处置规划系统具有:规划图像存储器(14),其存储体积诊断图像;用户接口设备(32),其被配置用于用户输入定义在所述体积诊断图像内的多个感兴趣区域的数据;以及,一个或多个处理器。所述处理器被配置为:接收所述体积诊断图像和在所述体积诊断图像内指示的多个用户定义的感兴趣区域;将所述多个感兴趣区域映射到所述身体图谱(35)以确定所述多个感兴趣区域内的解剖位置;将所述多个感兴趣区域中的每个感兴趣区域映射到所述身体图谱以选择正确相应的解剖结构;基于来自知识库(36)的所述解剖结构接收处置计划模板。规划模块(38)被配置为使用所述处置计划模板生成处置计划。



1. 一种自动处置规划系统,包括:

规划图像存储器 (14),其被配置为存储体积诊断图像;

用户接口设备 (32),其被配置用于用户输入定义在所述体积诊断图像内的多个感兴趣区域的数据;

ROI映射器 (34),其具有处理器,所述处理器被配置为:

接收所述体积诊断图像和在所述体积诊断图像内指示的多个用户定义的感兴趣区域;

使用身体图谱 (35) 将所述体积诊断图像的所述多个感兴趣区域映射到解剖结构;其中,所述映射包括:

将所述多个感兴趣区域映射到所述身体图谱 (35) 以确定在所述多个感兴趣区域内的解剖位置;并且

将所述多个感兴趣区域中的每个感兴趣区域映射到所述身体图谱 (35) 以选择正确的对应解剖结构;并且

其中,所述选择包括:

通过计算所述多个感兴趣区域中的每个感兴趣区域与所述身体图谱 (35) 中的每个解剖结构之间的相似性测度评分来选择所述正确的对应解剖结构;

并且其中,所述自动处置规划系统还包括:

规划模块 (38),其被配置为使用所映射的多个感兴趣区域来生成处置计划。

2. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述ROI映射器 (34) 还被配置为:

将具有最高相似性测度评分的所述身体图谱 (35) 的所述解剖结构与个体感兴趣区域相关联。

3. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述规划模块 (38) 还被配置为:

基于来自知识库 (36) 的所映射的感兴趣区域来接收处置计划模板;并且

根据所述处置计划模板来生成最优处置计划。

4. 根据权利要求3所述的系统,其中,所述处置计划模板包括自动临床目的和优先级,所述自动临床目的和优先级对于被映射到所述多个感兴趣区域的所述解剖结构是唯一的。

5. 根据权利要求1-4中的任一项所述的系统,其中,所述用户接口设备 (32) 被配置为接收来自用户的剂量和计划要求。

6. 根据权利要求5所述的系统,其中,所述规划模块 (38) 还被配置为:

确定自动生成的计划是否满足用户输入要求;并且

如果不满足所述用户输入要求,迭代地调谐剂量和计划约束,使得满足所述用户输入要求。

7. 一种用于使处置规划自动化的方法,包括:

接收 (124) 包括在图像体积内指示的多个用户定义的感兴趣区域的患者的体积解剖图像;

使用身体图谱 (35) 将所述图像体积的多个感兴趣区域映射 (126) 到解剖结构;并且

使用所映射的多个感兴趣区域来生成 (138) 处置计划,

其中,所述映射的步骤包括:

将所述多个感兴趣区域映射到所述身体图谱 (35) 以确定所述多个感兴趣区域内的解剖位置;以及

将所述多个感兴趣区域中的每个感兴趣区域映射到所述身体图谱 (35) 以选择正确的对应解剖结构;

并且其中,对正确的对应解剖结构的所述选择包括:

计算所述多个感兴趣区域中的每个感兴趣区域与所述身体图谱 (35) 中的每个解剖结构之间的相似性测度评分。

8. 根据权利要求7所述的方法,还包括:

如果最高相似性测度评分超过阈值测度评分,将所述身体图谱 (35) 中具有所述最高相似性测度评分的所述解剖结构与个体感兴趣区域相关联。

9. 根据权利要求7所述的方法,其中,所述生成的步骤包括:

基于来自知识库的所映射的感兴趣区域来接收处置计划模板;以及

根据所述处置计划模板来生成处置计划。

10. 根据权利要求9所述的方法,其中,所述处置计划模板包括自动临床目的和优先级,所述自动临床目的和优先级对于被映射到所述多个感兴趣区域的所述解剖结构是唯一的。

11. 根据权利要求7-10中的任一项所述的方法,还包括:

经由用户输入初始地接收来自用户的剂量和计划要求。

12. 根据权利要求11所述的方法,其中,规划生成的步骤还包括:

确定自动生成的计划是否满足用户输入要求;并且

如果不满足所述用户输入要求,迭代地调谐剂量和计划约束,使得满足所述用户输入要求。

13. 一种非暂态计算机可读介质,其承载用于控制一个或多个处理器执行根据权利要求7-12中的任一项所述的方法的软件。

## 治疗规划的自动化

### 技术领域

[0001] 本申请总体上涉及辐射治疗。本申请具体与辐射治疗规划结合应用,并且将具体参考其进行描述。然而,应当理解,本申请还适用于其他使用场景,而不必限于上述应用。

### 背景技术

[0002] 在辐射治疗规划中,创建患者特异性处置计划会是耗时且乏味的任务。步骤中的一些是冗余的并且在不同患者或不同计划之间变化很少。使用宏语言或脚本能够使这些步骤中的一些自动化,但是在没有用于写逻辑表达式、循环和其他常见编程函数的工具的情况下,一些方面是很难的。

[0003] 在过去的十年中,技术进步已经提供了在强度调制辐射治疗(IMRT)、强度调制质子治疗(IMPT)等领域中的大飞跃,以改进剂量递送。在当前处置规划中很难自动化的一个领域是强度调制辐射治疗(IMRT)或体积调制弧形治疗(VMAT)优化。最近,研究兴趣已经转移向使在计划生成中涉及的各个任务自动化以协助并减少对临床用户的工作负担的方法,各个任务从射束布置开始到剂量优化。优化是用户试图以剂量或生物目标的形式指定规划目的以创建至目标结构的理想剂量(通常均衡剂量)并且使到临界结构的剂量最小化的迭代过程。

[0004] 计划评估被分类成三个阶段:1、物理评估,2、技术评估,以及3、临床评估。在计划完成之后,一般由技术人员检查计划的物理方面和技术方面。由辐射肿瘤科医师调查计划的临床方面。当前基于覆盖计划的物理方面、技术方面和临床方面的五种类别来评估IMRT计划:1、几何分析,2、剂量分布分析,3、剂量体积直方图(DVH)分析,4、参数分析,以及5、递送能力分析。

[0005] 几何分析被执行以评估射束布置的最优性。射束布置是非常重要的步骤。最优性的质量主要受射束的数量和其角度的影响。鉴于增加了IMRT计划的最优性和递送能力,已经制定了针对IMRT中的最优射束布置的规则。

[0006] 剂量分布分析定性地核实在轴向平面、冠状平面和矢状平面中的剂量分布的最优性。该分析能够进一步被拆分成2D分析和3D分析。2D剂量分布分析暗含逐切片地对剂量分布的评估。这种类型的分析被用于评估处方剂量相对于每个切片中的目标体积的一致性。这种类型的分析也能够揭露在目标体积中或周围的冷点或热点的分布。冷点或热点是在接收小于或大于预期剂量的辐射的目标和危及器官内的区。3D分布分析在确定剂量分布与总体目标体积关于一组射束取向的共形性如何中是有用的。

[0007] 剂量体积直方图(DVH)是用于评估计划的最优性的有力工具。DVH表示以图形的2维格式的3维剂量分布。针对目标体积的DVH图形地表示在覆盖率、一致性和均匀性方面的剂量分布的质量。危及器官(OAR)的DVH曲线表示在平均剂量和最大剂量方面使OAR幸免的效率。

[0008] 参数分析被执行以定量地核实剂量的最优性。在该分析中使用的参数是:(a)针对目标体积和OAR的最小剂量、平均剂量和最大剂量,以及(b)针对目标体积的覆盖率指标、一

致性指标和均匀性指标。除了计划评估的物理度量之外,在计划评估中使用多个生物度量。这些生物度量包括等效均匀剂量 (EUD)、肿瘤控制概率 (TCP) 和正常组织并发症概率 (NTCP) 等。

[0009] 递送能力分析被执行以便评估在剂量递送方面计划的鲁棒性如何。该分析涉及对诸如以下的参数的核实:段数、每段的最小监测单位或平均监测单位 (MU)、最小段面积 (MSA)、总递送时间等。MU是在辐射治疗中对线性加速器的机器输出的测度。递送能力分析揭露计划是否是实际上能递送的。

[0010] 用不同技术已经使计划生成的各个阶段自动化。通过使计划生成过程 (诸如剂量目标操纵和IMRT/VMAT优化) 自动化,这些技术减少了临床用户 (即,辐射科医师) 的负担。然而,这些途径所要求的配置时间仍然是显著的,并且要求各个感兴趣区域 (ROI) 到问题解决模型的仔细映射和相关联信息。具体而言,ROI的命名约定和将它们正确地映射到问题解决模型对于成功的计划生成是有用的。考虑到涉及辐射治疗处置计划生成的复杂性,用户想要一定数量的手动控制和检查,而在相同的时间其使这些技术从完全自动化中停止是必要的。当前自动规划和分类解决方案提供用户定义技术的一个时间配置,其之后被应用到新的患者用于自动地生成处置计划。然而,关于以下方面对于新的患者计划,用户需要解决差异:1) 涉及的ROI的不正确或缺失映射,2) 射束布置,3) 等中心布置,4) 剂量网格布置。

## 发明内容

[0011] 根据一个实施例,自动处置规划系统包括:规划图像存储器 (14),其存储体积诊断图像;用户接口设备 (32),其被配置用于用户输入定义在所述体积诊断图像内的多个感兴趣区域的数据;ROI映射器 (34),其具有处理器,所述处理器被配置为:接收所述体积诊断图像和在所述体积诊断图像内指示的多个用户定义的感兴趣区域;使用身体图谱 (35) 将所述体积诊断图像的所述多个感兴趣区域映射到解剖结构;以及,自动规划模块 (38),其被配置为使用映射的多个感兴趣区域来生成处置计划。

[0012] 根据本申请的一个优选方法,一种用于使处置规划自动化的方法,包括:接收 (124) 包括在图像体积内指示的多个用户定义的感兴趣区域的患者的体积解剖图像;使用身体图谱 (35) 将所述图像体积的所述多个感兴趣区域映射 (126) 到解剖结构;以及,使用映射的多个感兴趣区域来生成 (138) 处置计划。

[0013] 根据一个实施例,自动处置规划系统包括:规划图像存储器 (14),其存储体积诊断图像;用户接口设备 (32),其被配置用于用户输入定义在所述体积诊断图像内的多个感兴趣区域的数据;接收在图像体积中的用户定义的感兴趣区域;以及,一个或多个处理器,其被配置为:接收所述体积诊断图像和在所述体积诊断图像内指示的多个用户定义的感兴趣区域;使用身体图谱 (35) 将所述体积诊断图像的所述多个感兴趣区域映射到解剖结构;以及,使用映射的多个感兴趣区域来生成处置计划。

[0014] 一个优点是不要求ROI命名的配置和映射。

[0015] 另一优点是对于命名的ROI使初始约束自动化。

[0016] 又一优点是减少了IMRT/VMAT规划复杂性。

## 附图说明

[0017] 图1描绘了实施用于使计划生成自动化的改进的方法的IMRT规划系统。

[0018] 图2描绘了使治疗规划完全自动化的方法。

### 具体实施方式

[0019] 参考图1,治疗系统10(诸如强度调制辐射治疗(IMRT)系统或体积调制弧形治疗(VMAT)系统)包括成像系统12来生成患者的感兴趣区域的一个或多个规划图像。图像体积(即,规划图像)是体积的(即,三维的)并且通常被存储在治疗系统10的规划图像存储器14中。感兴趣区域包括一个或多个目标结构,并且通常包括一个或多个临界结构或危及器官(OAR)。目标结构中的每个是要被照射的病变或其他组织区域,诸如肿瘤。临界结构中的每个是在来自旨在用于目标结构的辐射(诸如行进到目标结构的辐射)的存在损伤风险的器官或其他组织区域,所述辐射已经通过目标结构,或其通过紧密邻近目标结构。

[0020] 成像系统12使用一个或多个成像模态(诸如,计算机断层摄影(CT)、正电子发射断层摄影(PET)、磁共振(MR)、单光子发射计算机断层摄影(SPECT)、锥形射束计算机断层摄影(CBCT)等)来生成规划图像。因此,成像系统12包括对应于成像模态的一个或多个扫描器16,以及将来自扫描器的原始图像数据重建为规划图像的后台系统。如图示的,成像系统12使用例如CT生成规划图像,并且包括CT扫描器16。

[0021] 治疗系统10的规划系统18在规划图像上生成针对患者的最优处置规划,通常从规划图像存储器14中接收所述规划图像。最优处置计划适当地包括多个处置分数,每个识别针对目标结构的规划目标体积(PTV)、围绕目标结构的裕量、针对目标结构的剂量曲线,针对临界结构的剂量限制和治疗射束方向和强度,并且通常被存储在治疗系统10的处置计划存储器20中。规划系统18包括至少一个处理器22和至少一个程序存储器24。程序存储器24包括处理器可执行指令,当由处理器22执行所述处理器可执行指令时,其生成最优处置计划。处理器22执行处理器所述可执行指令以生成最优处置计划。规划系统18还包括至少一个系统总线26,所述系统总线将处理器22、程序存储器24与规划系统18的任何其他部件互连。

[0022] 所述处理器可执行指令的控制模块28控制规划系统18的整个操作,包括最优处置计划的生成。控制模块28使用规划系统18的显示设备30向规划系统18的用户适当地显示图形用户界面(GUI)。而且,控制模块28适当地允许用户使用规划系统18的用户输入设备32与GUI交互。例如,用户能够与GUI交互以指定参数,控制最优处置计划的生成。具体地,用户经由用户输入设备32指定在位于规划图像存储器14上的图像体积内的感兴趣区域。

[0023] 处理器的ROI映射器34访问来自规划图像存储器14的患者的图像体积,在计划图像存储器中,用户已经将感兴趣区域输入到图像体积。ROI映射器34访问图像体积以确定在被照射的感兴趣区域内的解剖结构。在访问规划图像存储器14上的图像体积之后,ROI映射器34将输入的感兴趣区域比照身体图谱35进行映射,用于确定在用户定义的感兴趣区域内的解剖结构。

[0024] 身体图谱35是数据库或其他信息检索系统。身体图谱35来源于关于患者人群的信息,并且包括有标签的解剖结构。身体图谱35被用于用身体图谱35记录(刚性和/或非刚性)患者的图像。将图像体积中的OAR与来自身体图谱35的对应OAR定义进行映射,从而提供在区域内的所有解剖结构的命名。

[0025] 在一个实施例中,ROI映射器34通过图像体积(即,包含所有ROI的图像掩膜)中的多个ROI的第一映射将感兴趣区域映射到身体图谱以确定解剖位置。然后ROI映射器34将多个ROI中的每个单个ROI映射到身体图谱以确定对应的解剖结构。在另一实施例中,当ROI名称直接匹配到图谱名称时,不执行进一步匹配。

[0026] ROI映射器34通过计算在每个ROI与在身体图谱35中的每个解剖结构实体之间的相似性测度评分(例如,骰子评分)来确定对应的解剖结构。ROI映射器34根据相似性评分将在身体图谱35中的每个解剖结构实体进行排名,并且选择具有最高评分的解剖结构。如果没有评分在一定阈值以上,则不会发生映射。然后解剖结构被用于将ROI与结构相关联。例如,最高相似性评分被确定为是脊柱。则感兴趣区域被标注为脊柱,以便在处置计划的自动生成中使用。因为用户不需要遵循ROI命名方案以便满足问题解决模型的规范,这是有用的。用户输入表示图像体积中的OAR的ROI的集合,并且ROI映射器34自动找到身体图谱35中的正确命名映射。

[0027] 在ROI内定义解剖结构之后,ROI映射器34访问知识库36。知识库36是数据库或其他信息检索系统。知识库36包括标准化临床目的和作为计划模板的不同解剖结构的优先级。由ROI映射器通过知识库36访问计划模板以创建初始计划目的和优先级。然后模板被用于自动生成针对患者的处置计划。沿着扩展裕量从知识库36中挑选针对涉及的OAR的临床目的和优先级以考虑设置误差。根据输入目标结构和输入OAR的临床优先级的剂量水平关系,ROI被创建用于自动规划流程。

[0028] 使用知识库36,ROI映射器35使用在几何中心的自动布置方案和位置的进一步调整来选择关于目标解剖结构的等中心,以确保等中心被布置在均匀组织区域,而不是空腔或高密度区域。剂量网格被自动布置以覆盖输入目标和具有额外的余裕(诸如1cm)的OAR。

[0029] 在一个实施例中,使用迭代途径执行等中心布置。等中心被布置在所有目标ROI的联合ROI的几何中心。基于CT数量的阈值被用于识别等中心是否落在空腔(即空气区域)或高密度(即骨骼)区域内。如果其发生落在空腔或骨骼区域之内,进行等中心位置的迭代调整直到其落在均匀软组织区域中。仅仅在联合ROI的边界内进行该迭代调整,并且如果算法未能找到适当的区域,其落回到几何中心位置。

[0030] 处理器的治疗射束设置模块37将一个或多个治疗射束配置为用于治疗递送。这能够自动和/或手动被执行。关于自动治疗射束设置,恰当的例程被用于自动配置参数,所述参数配置治疗射束。也预期能够使用自动和手动治疗射束设置的组合来执行治疗射束设置。沿着遵循标准临床实践的射束配置使用射束角度优化方法来实现射束布置,例如对于头部和颈部,标准等距7射束共平面配置是足够的。接受来自用户的射束数量的输入的额外规定也是可能的,在这种情况下,所述系统仅仅在射束角度上进行优化。如果自动计划结果不是期望的,射束布置的迭代调整也是可能的。然后能够使用显示设备30向用户显示自动配置参数,并且如有需要,用户能够使用用户输入设备32修改参数。在一个实施例中,利用VMAT计划,自动确定对启动和停止机架角度和卧榻角度的自动确定。

[0031] 通过知识库36的模板,基于输入递送约束挑选输入参数,基于自动计划结果也能够迭代地调谐这些输入参数。考虑由用户指定的机器特异性递送约束,并且对于剩下的参数,所述系统决定适当的设置以满足递送目的。目的主要是处置时间、最小段数区等方面。

[0032] 在范例性直接机器参数优化(DMPO)实施例中,机器参数是最小段数区、动态段数

的最大数目、在机构上变化的每段的最小MU、计划器和机器能力。参数影响计划质量和递送能力。利用增加数量的段来实现更好的剂量一致性。然而,监测单位和处置时间也可以不期望地增加。在其他参数的情况下,存在类似的权衡。知识库36应用默认“最佳”设置,其可用作临床知识库36的部分,所述临床知识库36的部分特定于自动选择的解剖结构。在迭代样式中,如果不满足用户定义的递送约束,则微调这些参数。在一个实施例中,知识库36包括辐射处置肿瘤组(RTOG)协议的标准转换,并且用户具有在知识库36内微调目的和优先级的能力。

[0033] 一旦完成参数,自动规划模块38生成最优处置计划。自动规划模块38包括接收输入参数用于通过知识库36根据ROI映射器34生成处置参数。输入参数包括在规划图像内的结构的边界(即,目标结构,并且通常是临界结构),其使用ROI映射器34以及治疗射束配置参数进行识别,使用治疗射束设置模块36来确定所述治疗射束配置参数。在一个实施例中,自动生成的最优处置计划使用算法,诸如由Bzdusek等人在美国临时申请编号61/719,528中描述的算法。通过制定剂量目标并且迭代地操纵它们,其自动驱动IMRT优化器。基于定义临床目的和优先级的知识库来决定剂量目标参数。

[0034] 递送系统42执行最优处置计划以将治疗(诸如消融治疗、外部射束辐射治疗和/或近距治疗)递送给患者。治疗通常包括辐射,诸如x-射线、质子、高强度聚焦超声(HIFU)等中的一个或多个。递送系统42包括递送装置44,诸如直线粒子加速器,以及控制系统44,其根据最优处置计划来控制递送装置46。通常从处置计划存储器20中接收最优处置计划,但是也预期其他来源。

[0035] 图2描绘了用于使ROI和OAR定义自动化以便生成辐射治疗处置计划的方法,能够使用一个或多个处理器来实施所述方法。在步骤124处,诸如从扫描器16中接收患者的图像体积。而且,用户通过用户输入设备32定义在患者体积内的ROI或OAR。用户需要仅仅绘制或定义涉及期望目标体积的感兴趣区域,诸如肿瘤。用户(例如辐射肿瘤医师或技术人员)规定计划规范和治疗递送约束。

[0036] 在步骤126处,ROI中的OAR的位置被映射到身体图谱35。图谱映射允许基于输入OAR到身体图谱35中的结构的映射的刚性且可形变图像配准。图谱映射步骤也使用输入OAR的命名解剖部位关系。

[0037] 在步骤128处,使用知识库36确定和设置图像体积的ROI内的结构。考虑知识库参数,诸如在临床实践中的避免裕量、自动规划特异性残余和不同结构来创建结构。

[0038] 在步骤130中,执行等中心和剂量网格布置。考虑空腔和均匀性约束来确定等中心平面。剂量网格被布置使得其覆盖在ROI内的所有输入OAR和目标。

[0039] 在步骤132处,根据最优射束角度来布置射束。根据解剖和患者几何限制来确定最优射束角度。在步骤134处,基于递送约束和机器特异性能力选择处置计划参数。在步骤136处,基于来自知识库36的临床目的和优先级使用剂量目标来自动生成处置计划。剂量目标的调谐和制定被自动进行以生成最优处置计划。

[0040] 在步骤138处,根据用户定义的剂量和计划递送约束来评估生成的处置计划。如果不满足递送约束,在步骤140处,根据射束布置和处置计划参数的重新评估,调谐自动生成的处置计划。如果满足递送约束,方法完成142。

[0041] 认识到,通过在步骤中的一些或所有之后确认自动确定的选择,用户可以训练增

加的对自动计划生成的控制。还认识到,用户可以基于生成的计划或其他经历微调知识库36模板。

[0042] 如本文中使用的,存储器包括以下中的一个或多个:非暂态计算机可读介质;磁盘或其他磁性存储介质;光盘或其他光学存储介质;随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、或其他电子存储设备或芯片或一组可操作地互连的芯片;因特网/内联网服务器,可以经由因特网/内联网或局域网从所述因特网/内联网服务器中检索存储的指令等。而且,如本文使用的,处理器包括以下中的一个或多个:微处理器、微控制器、图形处理单元(GPU)、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)等;控制器包括:(1)处理器和存储器,所述处理器执行在体现控制器的功能的存储器上的计算机可执行指令;或(2)模拟和/或数字硬件;用户输入设备包括以下中的一个或多个:鼠标、键盘、触摸屏显示、一个或多个按钮、一个或多个开关、一个或多个触发器、声音识别引擎等;数据库包括一个或多个存储器;并且,显示设备包括以下中的一个或多个:液晶显示器(LCD)、发光二极管(LED)显示器、等离子显示器、投影显示器、触摸屏显示器等。

[0043] 尽管参考其中的范例性实施例已经描述了本公开的系统和方法,本公开不限于这样的范例性实施例。而是,本文公开的系统和方法易受各种修改、增强和/或变化,而不脱离本文的精神或范围。因此,本公开体现并且包含在此附加的权利要求的范围内的这样的修改、增强和/或变化。

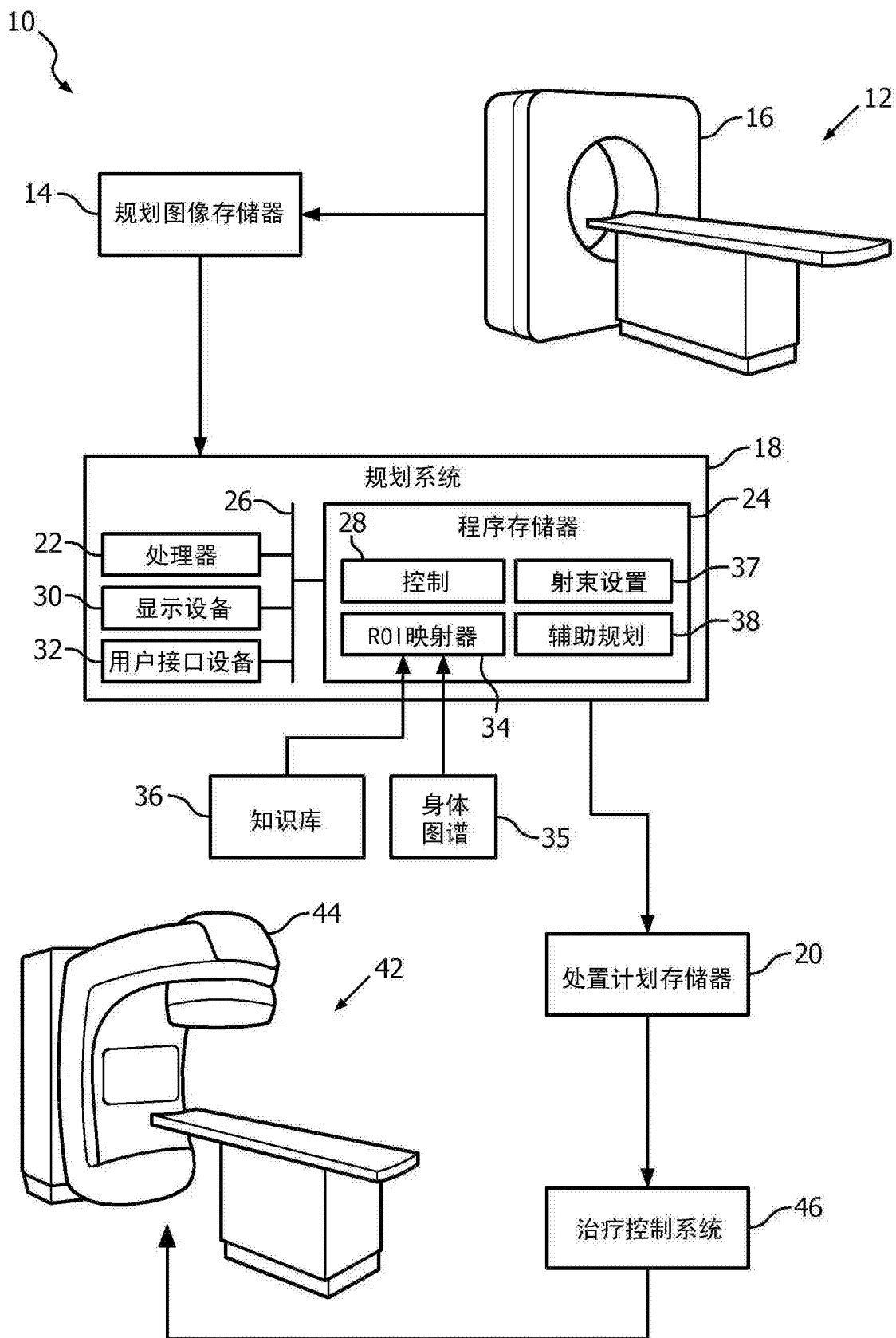


图1

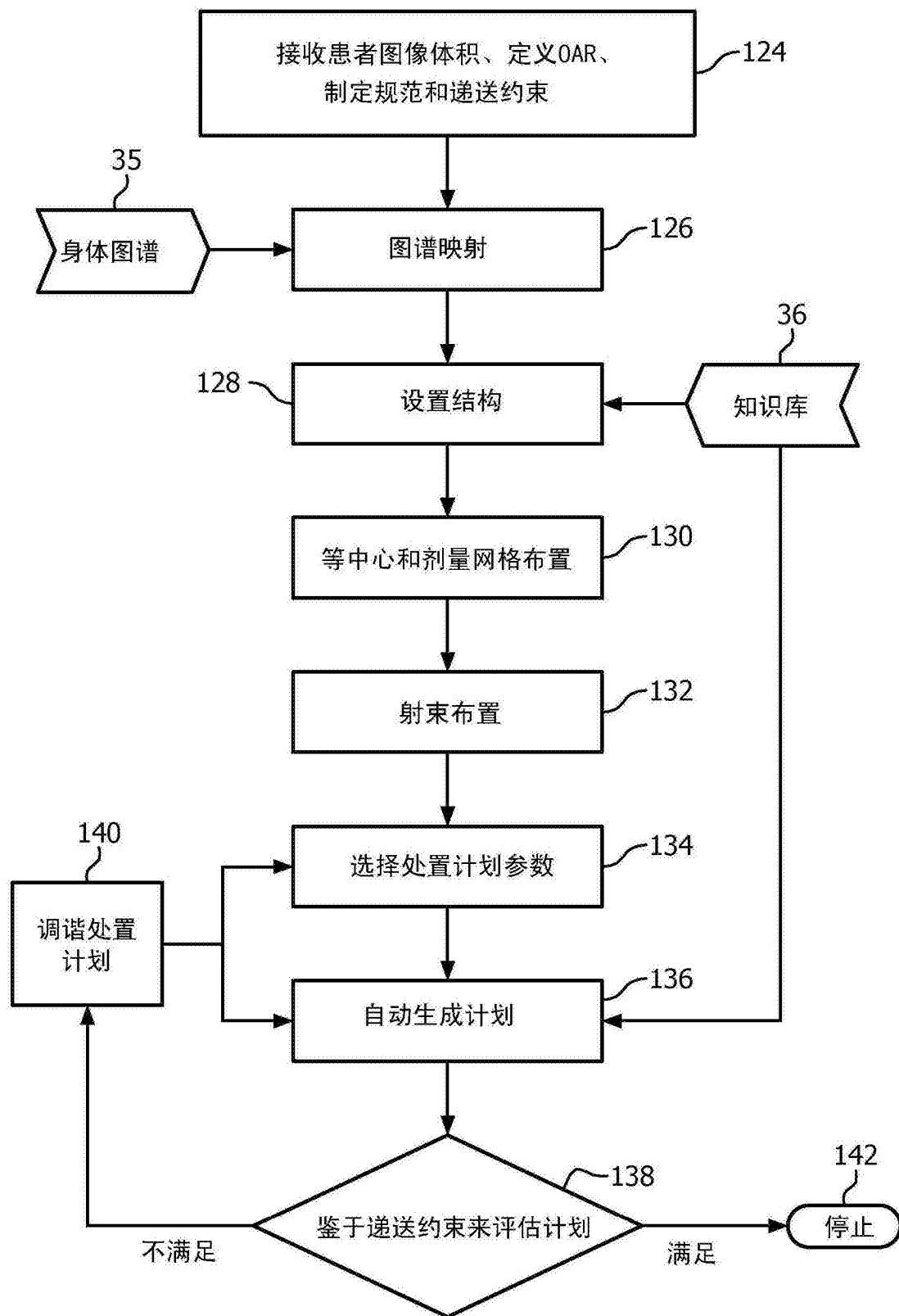


图2