



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105142725 B

(45)授权公告日 2018.08.24

(21)申请号 201480020727.4

(22)申请日 2014.04.03

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105142725 A

(43)申请公布日 2015.12.09

(30)优先权数据

61/810,829 2013.04.11 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.10.10

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2014/060391 2014.04.03

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/167461 EN 2014.10.16

(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 K·A·布兹杜泽克 S·弗里戈

(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

US 5373844 A, 1994.12.20,

US 2010020931 A1, 2010.01.28,

CN 102274588 A, 2011.12.14,

审查员 蔡世君

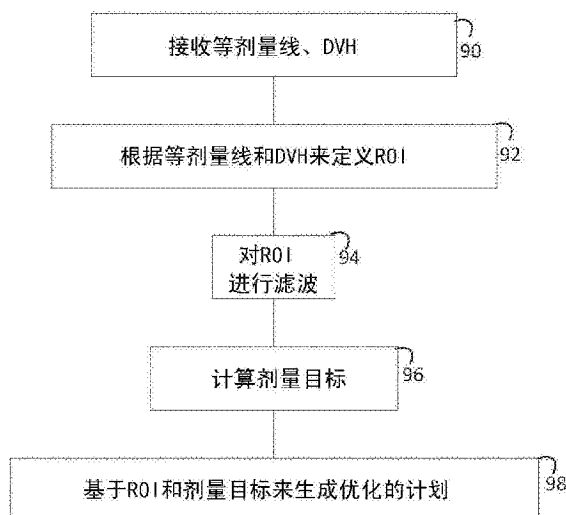
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54)发明名称

等剂量优化

(57)摘要

一种辐射治疗规划系统(10)包括等剂量线单元(36)、感兴趣区域单元(52)以及优化单元(58)。所述等剂量线单元(36)接收针对对象体积而规划的等剂量线。所述感兴趣区域单元(52)基于所接收的等剂量线来定义至少一个等剂量感兴趣区域。所述优化单元(58)基于至少一个定义的等剂量感兴趣区域和针对所定义的感兴趣区域的至少一个剂量目标来生成优化的辐射治疗计划。



1. 一种辐射治疗规划系统 (10), 包括:

等剂量线单元 (36), 其被配置为接收来自源剂量网格的针对对象体积而规划的等剂量线或根据源剂量网格来构建针对对象体积而规划的等剂量线, 所述源剂量网格表示辐射递送设备源射束 (32) 通过多叶准直器 (34) 的形状;

感兴趣区域单元 (52), 其被配置为基于所接收或所构建的等剂量线来定义至少一个等剂量感兴趣区域; 以及

优化单元 (58), 其被配置为基于所定义的至少一个等剂量感兴趣区域和针对所定义的等剂量感兴趣区域的至少一个剂量目标来生成优化的能递送辐射治疗计划。

2. 根据权利要求1所述的系统 (10), 还包括:

剂量体积直方图单元 (38), 其被配置为接收来自所述源剂量网格的针对所述对象体积而规划的剂量体积直方图或根据所述源剂量网格来构建针对所述对象体积而规划的剂量体积直方图; 并且

其中, 所述至少一个剂量目标是基于所接收或所构建的剂量体积直方图的。

3. 根据权利要求1或2所述的系统 (10), 还包括:

用户界面 (40), 其被配置为使所接收或所构建的剂量体积直方图 (14) 或者所接收或所构建的等剂量线 (12) 可视化, 并且允许健康护理人员对经可视化的剂量体积直方图 (60) 或经可视化的等剂量线 (70) 中的一种进行修改;

显示设备 (42), 其被配置为显示经可视化的剂量体积直方图 (60) 和经可视化的等剂量线 (70); 以及

至少一个输入设备 (48), 其被配置为接收所述健康护理人员对经可视化的剂量体积直方图 (60) 或经可视化的等剂量线 (70) 中的一种的修改。

4. 根据权利要求1或2所述的系统 (10), 其中, 所述至少一个等剂量感兴趣区域包括被定位在所述对象体积中的、由所接收或所构建的等剂量线定义的体素。

5. 根据权利要求1或2所述的系统 (10), 其中, 所述至少一个等剂量感兴趣区域包括以下中的至少一个:

由等剂量线界定的体积;

被界定在两条等剂量线之间的体积; 或者

在等剂量线外部的体积。

6. 根据权利要求1或2所述的系统, 其中, 所述至少一个剂量目标包括与定义所述至少一个等剂量感兴趣区域的等剂量线相关联的剂量值的函数的结果。

7. 根据权利要求1或2所述的系统, 其中, 所述至少一个剂量目标包括以下中的至少一个:

针对对应于针对靶体积的最高等剂量的所述至少一个等剂量感兴趣区域的均匀剂量目标或最小剂量目标中的至少一个;

针对对应于针对所述靶体积的较低等剂量的所定义的至少一个等剂量感兴趣区域的均匀剂量目标、最小剂量目标、或最小剂量体积目标中的至少一个; 或者

针对在所述靶体积外部的定义的至少一个等剂量感兴趣区域的最大剂量目标。

8. 根据权利要求1或2所述的系统, 还包括:

滤波单元 (54), 其被配置为基于以下中的至少一个来对所定义的至少一个等剂量感兴

趣区域的至少部分进行滤波：

使所述感兴趣区域的表面平滑；

对小的相邻曲线进行组合；或者

对扩张或收缩的相邻部分进行组合。

9. 根据权利要求8所述的系统，其中，所述滤波单元(54)被配置为基于多叶准直器(MLC)的特性进行滤波。

10. 根据权利要求1或2所述的系统，其中，所述能递送辐射治疗计划包括针对辐射治疗设备(28)用于根据以下中的任一项技术来递送外部的辐射射束的控制信号：静态调强技术或连续移动技术。

11. 根据权利要求10所述的系统，其中，所述控制信号包括针对射束数量和MLC形状指令。

12. 一种等剂量优化方法，包括：

接收来自源剂量网格的针对对象体积而规划的等剂量线或根据源剂量网格来构建针对对象体积而规划的等剂量线，所述源剂量网格表示辐射递送设备源射束(32)通过多叶准直器(34)的形状；并且

基于所接收或所构建的等剂量线来定义至少一个等剂量感兴趣区域；

其中，优化的能递送辐射治疗计划是基于所定义的至少一个等剂量感兴趣区域和针对所定义的至少一个等剂量感兴趣区域的至少一个剂量目标而生成的。

13. 根据权利要求12所述的方法，其中，接收或构建还包括：

接收或构建针对所述对象体积而规划的剂量体积直方图；并且

其中，所述至少一个剂量目标是基于所接收或所构建的剂量体积直方图的。

14. 根据权利要求13所述的方法，其中，接收或构建包括：

使所接收或所构建的剂量体积直方图(14)和叠加在所述对象体积(70)的图像上的、所接收或所构建的等剂量线可视化；并且

对经可视化的剂量体积直方图或经可视化的等剂量线中的至少一种进行修改。

15. 根据权利要求12-14中的任一项所述的方法，其中，所述至少一个等剂量感兴趣区域包括被定位在所述对象体积中的、由所接收或所构建的等剂量线定义的体素。

16. 根据权利要求12-14中的任一项所述的方法，其中，所述至少一个等剂量感兴趣区域包括以下中的至少一个：

由等剂量线界定的体积；

被界定在两条等剂量线之间的体积；或者

在等剂量线外部的体积。

等剂量优化

技术领域

[0001] 以下总体上涉及辐射治疗规划。以下具体应用于在调强放疗 (IMRT) 中或在容积调强弧形治疗 (VMAT) 中与等剂量优化的结合使用, 并且将具体参考其进行描述。然而, 应当理解, 以下还应用于其他使用场景中, 并且不必限于前述应用。

背景技术

[0002] 辐射治疗的目的是向靶区或肿瘤递送致死剂量的辐射, 同时使到格外靠近器官或风险器官 (OAR) 的其他区的辐射最小化。IMRT 和 VMAT 是特别用于制定辐射治疗计划的方法, 其向对象的靶区以精确递送的射束递送外部辐射的辐射剂量。IMRT 基于针对一个或多个离散射束角度的瞄准射击方法 (point and shoot approach), 而 VMAT 是基于对辐射的移动射束或弧的递送的。

[0003] 利用 IMRT 开发的初始计划或理想计划包括在辐射的射束的输出处以网格格式 (x, y) 针对每个角度和强度测量辐射的射束。注量图能够用于描述针对每个网格以每个角度递送的辐射输出强度样式。辐射射束是直的线性投影, 但是包括对象体积中的散射效应。测得的注量或辐射对对象的影响能够被表示为三维剂量云。剂量云通常被视为叠加在对象图像 (例如, X 射线计算机断层摄影 (CT) 图像) 上的等剂量线。所述等剂量线提供了剂量与在图像中可见的靶和/或 OAR 或解剖结构之间的空间关系。图示注量的影响的另一技术是以 2 维 (2D) 图形格式提供 3 维 (3D) 剂量分布的总览的剂量体积直方图 (DVH)。所述 DVH 示出了结构 (例如, OAR) 的体积与剂量之间的关系。辐射治疗的其他方法还有利用等剂量线和 DVH 来进行视觉评价。

[0004] 存在将 IMRT 和 VMAT 方法实施为可递送辐射治疗计划的方法。所述方法能够包括注量优化、转换到供辐射递送设备 (例如, 线性加速器 (LINAC)) 使用的机器可递送段, 并且在一些情况下包括由机器参数优化器对所述段进行优化。LINAC 产生由多叶准直器 (MLC) 进行准直的辐射的射束。MLC 包含辐射吸收材料的零件, 所述辐射吸收材料的零件是可移动的以阻挡射束的部分, 并且因此调节所递送的辐射射束的形状。优化的计划包括用于以下的指令: 通常被称为监测单位或以 Bq 为单位测量的量化的射束量的段和通过由 MLC 形成的形状所确定的射束形状。对基于注量的计划的注量优化或生成通常前进到可递送计划的创建。针对基于注量的计划的剂量云能够不同于针对被转换到可递送段的注量计划的剂量云, 即使在转换之后由机器参数优化器对所述段进行优化也是这样。现有的优化器被设计为以一组目标 (例如, 使到肿瘤体积的剂量最大化以及使到 OAR 的剂量最小化) 进行工作。优化器能够分别基于这些目标 (例如, 用于肿瘤体积或 OAR 的最大/最小剂量) 来构建满足约束条件的可递送计划, 并且通常直接利用来自各种方法 (例如, IMRT) 的信息进行工作。这种方法的缺点是仅 2D DVH 信息被机器参数优化器优化。3D 剂量云信息未被机器参数优化器考虑。实际上, 3D 剂量云中的两个或更多独立体积元素能够映射到 2D DVH 中的单个目标点, 并且这导致基于 2D DVH 的目标的空间特异性的损失。

发明内容

[0005] 以下公开了一种用于将3D剂量信息包括在机器参数优化中的新的且改进的方法，所述方法解决了上面提及的问题和其他问题。

[0006] 根据一个方面，一种辐射治疗规划系统包括等剂量线单元、感兴趣区域单元以及优化单元。所述等剂量线单元接收来自源剂量网格的针对对象体积而规划的等剂量线或根据源剂量网格来构建针对对象体积而规划的等剂量线，所述源剂量网格表示辐射递送设备源射束通过多叶准直器的形状。所述感兴趣区域单元基于所接收或所构建的等剂量线来定义至少一个等剂量感兴趣区域。所述优化单元基于所定义的至少一个感兴趣区域和针对所定义的感兴趣区域的至少一个剂量目标来生成优化的辐射治疗计划。

[0007] 根据另一方面，一种等剂量优化方法包括：接收来自源剂量网格的针对对象体积而规划的等剂量线或根据源剂量网格来构建针对对象体积而规划的等剂量线，所述源剂量网格表示辐射递送设备源射束通过多叶准直器的形状；并且基于所接收或所构建的等剂量线来定义至少一个等剂量感兴趣区域；其中，优化的能递送辐射治疗计划是基于所定义的至少一个等剂量感兴趣区域和针对所定义的至少一个等剂量感兴趣区域的至少一个剂量目标而生成的。

[0008] 根据另一方面，一种辐射治疗规划系统包括显示设备、至少一个输入设备以及一个或多个处理器。所述一个或多个处理器被配置为：接收规划的、对应于对象体积的等剂量线；并且使叠加在所述对象体积的图像上的经规划的等剂量线在所述显示设备上可视化。所述一个或多个处理器还被配置为：从所述至少一个输入设备接收对经可视化的规划的等剂量线的选择；定义至少一个等剂量感兴趣区域，所述等剂量感兴趣区域包括由所选择的等剂量线勾画的体素；并且基于所选择的等剂量线来计算至少一个剂量目标。所述一个或多个处理器还被配置为基于所定义的至少一个等剂量感兴趣区域和所计算的至少一个剂量目标来生成优化的能递送辐射治疗计划。

[0009] 一个优点是基于辐射治疗计划可视化的定制被并入优化的辐射治疗计划。

[0010] 另一优点在于将可视化的空间变化和/或剂量体积变化组合到辐射治疗规划处理中。

[0011] 另一优点在于基于健康护理人员输入或特定患者了解而定制辐射治疗计划。

[0012] 另一优点在于能够以体素水平来勾画的剂量优化。

[0013] 另一优点在于对基于IMRT或VMAT途径中的任一个的可递送计划的创建。

[0014] 本领域普通技术人员在阅读和理解以下详细的说明书的基础上将认识到其他优点。

附图说明

[0015] 本发明可以采取各种部件和部件的布置，以及各种步骤和步骤的安排的形式。附图仅出于图示优选实施例的目的，并且不得被解释为对本发明的限制。

[0016] 图1示意性地图示了等剂量优化系统的实施例。

[0017] 图2图示了现有技术的示范性可视化的DVH。

[0018] 图3图示了现有技术的示范性的可视化的注量图。

[0019] 图4图示了示范性的可视化的等剂量ROI。

[0020] 图5用流程图表示了等剂量优化的一种方法。

具体实施方式

[0021] 参考图1,示意性地图示了等剂量优化系统10的实施例。所述系统能够接收在IMRT途径、VMAT途径等的基础上基于初始或理想计划20针对对象18的体积16的规划的等剂量线12和/或剂量体积直方图(DVH)14,或者所述系统能够根据IMRT或VMAT信息(例如,根据注量图创建的剂量分布)来构建等剂量线12和/或DVH14。所述系统能够接收或构建对应于对象体积的规划图像22(例如,来自CT图像设备24的CT图像)。经优化的计划26包括用于辐射治疗递送设备28(例如,LINAC)的控制指令。辐射递送设备28包括控制装置30,控制装置30根据辐射治疗计划运行控制指令,以向对象的靶体积递送辐射。控制信号对外部的辐射射束的辐射治疗设备递送进行控制,其能够包括静态调强(step and shoot)技术或连续移动(动态)技术。控制序列能够包括射束照射时间、射束角度位置、射束递送速率以及在那些段期间对射束进行整形的指令。在分解透视图以2D网格格式表示的射束32的形状是通过移动辐射递送设备28的多叶准直器(MLC)34中的叶片来形成的,并且由控制装置30进行控制。

[0022] 系统10包括等剂量线单元36,所述等剂量线单元36接收或构建针对对象体积16而规划的等剂量线。等剂量线12能够以图像格式、数字格式、坐标格式等被接收。等剂量线12能够根据来自方法(例如,来自IMRT方法的注量图)的源剂量网格而被构建。源剂量网格能够包括不同的处置模态,例如,质子治疗或近距离治疗。所述系统包括剂量体积直方图(DVH)单元38,所述剂量体积直方图(DVH)单元38接收来自源剂量网格的针对对象体积16而规划的DVH或根据源剂量网格来构建针对对象体积16而规划的DVH。等剂量线12和DVH14能够被存储在数据存储中。数据存储能够包括诸如磁盘、闪存存储设备等的计算机存储器和诸如文件系统、目录系统、数据库等的组织机构。

[0023] 系统10包括用户界面40,所述用户界面40使叠加在对应图像22上的、所构建或所接收的DVH16和所构建或所接收的等剂量线14可视化。所述用户界面允许健康护理人员对经可视化的DVH或经可视化的等剂量线中的任一种进行修改。显示设备42(例如,计算设备44的屏幕)显示经可视化的DVH和经可视化的等剂量线。计算设备44包括一个或多个电子处理器46和至少一个输入设备48,所述输入设备48接收健康护理人员对经可视化的DVH或经可视化的等剂量线中的任一种的修改。所述用户界面根据健康护理人员对经可视化的等剂量线的对应改变而修改可视化的DVH。所述用户界面根据健康护理人员对经可视化的DVH的对应修改而修改经可视化的等剂量线。

[0024] 计算设备44能够是台式计算机、便携式电脑、平板电脑、移动计算设备、智能手机等。输入设备48能够是键盘、触摸屏、鼠标、麦克风等。本文中所使用的显示设备42涵盖适于显示图像或数据的输出设备或用户界面。显示器可以输出视觉数据、听觉数据和/或触觉数据。显示器的范例包括但不限于:计算机监视器、电视屏幕、触摸屏、矢量显示器、平板显示器、真空荧光显示器(VF)、发光二极管(LED)显示器、电致发光显示器(ELD)、等离子体显示板(PDP)、液晶显示器(LCD)、有机发光二极管显示器(OLED)、阴极射线管(CRT)显示器等。

[0025] 用户界面40允许用户或健康护理人员选择等剂量线,所述等剂量线定义或勾画等剂量感兴趣区域(ROI)50。ROI单元52基于所选择的、被存储在数据存储中的等剂量线来定

义等剂量ROI 50。每个定义的等剂量ROI以体素水平勾画对象的空间体积区。ROI能够被定义为由等剂量水平、等剂量线和/或DVH曲线的点(例如,拐点)所选择的对象的体积。例如,等剂量ROI能够根据由等剂量线所界定的体积、被界定在两条等剂量线之间的体积、和/或在等剂量线外部的体积而被构建。所选择的等剂量线能够基于对对象的靶区或体积的覆盖或排除而被选择。所选择的等剂量线能够基于均匀剂量、最小剂量、或系统参数或用户参数而被选择。

[0026] 系统10能够包括滤波单元54,所述滤波单元54利用使表面平滑、对小的相邻曲线进行组合、对扩张或收缩的相邻部分进行组合等来对所定义的ROI或其部分进行滤波。在一个实施例中,经滤波的等剂量ROI通过用户界面40被可视化,所述经滤波的等剂量ROI能够被健康护理人员回顾。滤波单元54能够包括基于MLC 34的特性而进行滤波。例如,平滑函数能够通过叶片厚度而被进一步加权或修改。

[0027] 系统10包括剂量目标单元56,所述剂量目标单元56针对所定义的等剂量ROI来计算剂量目标。所计算的剂量目标能够包括定义等剂量ROI的等剂量线的函数。例如,剂量目标能够包括与界定等剂量ROI的等剂量线相关联的等剂量水平的最小值、最大值或平均值。剂量目标能够包括均匀值或基于所接收或经修改的DVH的值的函数。

[0028] 系统10包括优化器单元58,所述优化器单元58基于所定义的等剂量ROI 50和所计算的至少一个剂量目标来生成优化的可递送辐射治疗计划20。所生成的计划能够包括针对在用于靶体积的最高等剂量线内部的ROI的均匀剂量目标或最小剂量目标。所生成的计划能够包括针对在一对较低等剂量线之间的所定义的等剂量ROI的均匀剂量目标、最小剂量目标、或最小剂量体积目标。所生成的计划能够包括针对在靶体积外部的所定义的等剂量ROI和/或所定义的环形形状的等剂量ROI的最大剂量目标。

[0029] 各种单元或控制装置30、36、38、40、52、54、56和58由电子数据处理设备(例如,计算设备44的电子处理器或电子处理设备46)或由基于网络的、通过网络与计算设备44可操作地连接的服务器计算机等来合适地实施。用户界面40包括计算设备44的实施例。此外,所公开的可可视化、ROI定义以及辐射治疗计划生成技术使用可由电子数据处理设备读取且可由电子数据处理设备运行的非瞬态存储介质存储指令(例如,软件)来合适地实施,以执行所公开的技术。

[0030] 参考图2,图示了示范性的可视化的完整DVH 60。所述DVH能够被可视化为线图,其中,每条线62表示与该线相关联的ROI中的剂量的分布。线上的每个点表示剂量与体积值的对。每个点被读取为接收该量的剂量或更多的剂量的ROI总体积的分数。水平轴包括以cGy为单位的剂量。垂直轴包括诸如范围为0-1的归一化的体积。线能够包括颜色编码或符号(例如,圆点、散列标记、加号等),以区别不同的区间。例如,线64示出对象的几乎整个体积(例如,靶体积)接收刚好在7000cGy之下的均匀剂量。所述DVH能够包括用于等剂量线的图例(未示出)。用户界面40能够允许健康护理人员例如利用“拖放”来修改线的位置,健康护理人员使用输入设备48(例如,鼠标)通过所述“拖放”来选择线表示上的点并且通过拖曳线来修改线的位置。所选择的点能够包括拐点66或其他点。随着线发生改变,其他区间线相应地被修改。此外,对DVH 14的修改引起对等剂量线12的对应修改。

[0031] 参考图3,图示了示范性的可视化的等剂量线。示范性的可视化的等剂量线包括对象的图像,例如,具有叠加在图像上的等剂量线72的CT图像。在所述图像中,人类椎骨和脊

柱在光亮区中是可见的。靶体积74 (例如,肿瘤) 被定位到等剂量区间线被指示的左侧。等剂量线以颜色或以符号来表示。图例被包括在左上角中,所述图例指示10%的等剂量区间。用户界面40允许健康护理人员利用输入设备48 (例如,向软件修改工具 (例如,画笔工具) 提供输入的计算机鼠标) 修改等剂量线的位置。对线位置的修改在“拖放”、选择和±或利用箭头键的缩放运动、鼠标滚轮的移动、或输入设备或输入设备的组合的其他类似运动的情况下发生。用户界面根据由健康护理人员输入的针对等剂量线的修改来修改对应于DVH的等剂量线的移动。例如,用户能够拖曳与脊柱相交的等剂量线,使得整个脊柱处在更低剂量的ROI中。

[0032] 图4图示了示范性的可视化的等剂量ROI 80。所述等剂量ROI以体素水平定义体积。被示为环形的所定义的等剂量ROI 80根据从由第二等剂量线定义的第二体积84减去由第一等剂量线定义的第一体积82而被构建。环形等剂量ROI表示被界定在两条等剂量线之间的对象体积。例如,环形ROI能够包括在两个识别的等剂量水平 (例如,45Gy至50Gy) 之间的体积。等剂量ROI能够被滤波单元进一步细化。环形ROI能够包括均匀剂量目标,例如,两个识别的等剂量水平中的最小值或45Gy。

[0033] 图5用流程图表示了等剂量优化的一种方法,所述方法能够由一个或多个处理器来执行。在步骤90中,接收针对对象体积而规划的等剂量线。接收的等剂量线能够包括由等剂量线单元36根据规划方法信息 (例如,注量图) 构建的等剂量线12。所述步骤能够包括由DVH单元38接收或构建对象体积的DVH 14。所述步骤能够包括使叠加在对象体积的图像上的、所接收或所构建的等剂量线或DVH可视化。所述步骤能够包括对等剂量线和/或DVH的修改。

[0034] 等剂量线和/或DVH能够由健康护理人员通过用户界面40的输入 (例如,对等剂量线的“拖放”选择和修改 (例如,鼠标移动和/或键盘命令)) 而修改。对DVH的修改包括对等剂量线的对应修改。对等剂量线的修改包括对DVH的对应修改。例如利用鼠标在等剂量线上选择的点能够包括拐点。移动能够包括影响针对被拖曳的线的移动和变化的程度和形状的局部化的线段操纵参数 (例如,线拉伸、样条拟合、弧形操纵等)。首先调节DVH有利于调节被定义在邻近的等剂量线之间的每个ROI中的剂量。调节等剂量线确保各种组织具有可接受的剂量水平。

[0035] 在步骤92中,ROI单元52基于所选择的等剂量线来定义等剂量ROI。等剂量ROI能够包括基于所选择的等剂量水平或区间的体积,例如,被定义在一对邻近的等剂量线之间的区域。所选择的等剂量水平或区间能够是系统供应的参数、默认系统参数、用户选择的参数和/或用户默认参数。所选择的等剂量水平能够是DVH线曲线的函数。等剂量ROI能够基于由等剂量线和/或体素水平变化对靶体积 (例如,肿瘤) 的覆盖而被选择。所述选择能够包括由用户或健康护理人员通过用户界面40的输入。等剂量感兴趣区域能够由被等剂量线所界定的体积、被界定在两条等剂量线之间的体积 (例如,环形区域) 或在被等剂量线所界定的体积外部的体积来定义。

[0036] 在步骤94中,所定义的等剂量ROI能够由滤波单元54来进行滤波。例如,能够使所定义的等剂量ROI的表面平滑、对小的相邻曲线进行组合和/或对扩张或收缩的相邻部分进行组合。

[0037] 在步骤96中,针对所定义的等剂量感兴趣区域添加并计算剂量目标。所述剂量目

标能够包括用于定义等剂量线的等剂量线的等剂量水平的函数。例如,环形形状的等剂量ROI能够包括用于定义等剂量ROI的等剂量线的最小值、最大值、或平均值。由具有40cGy的水平的第一等剂量线和具有45cGy的水平的第二等剂量线所定义的环形形状的等剂量ROI能够包括被计算为最小值(40,45)或40、最大值(40,45)或45、或平均值(40,45)或42.5等的剂量目标。

[0038] 在步骤98中,优化单元58基于所定义的等剂量ROI生成可递送辐射治疗计划。所生成的计划能够包括针对对应于针对靶体积的最高剂量目标的等剂量ROI的均匀剂量目标或最小剂量目标。所生成的计划能够包括针对对应于针对靶体积的较低等剂量的所定义的等剂量ROI的均匀剂量目标、最小剂量目标或最小剂量体积目标。所生成的计划能够包括针对定义的等剂量ROI和/或在靶体积外部的定义的等剂量环形ROI的最大剂量目标。所述方法能够包括一个或多个处理器(例如,计算设备44的电子处理器46)以执行每个步骤。可递送计划包括用于递送外部的辐射射束的指令或控制信号。所述控制信号包括射束数量的量(例如,监测单位(MU)或以Bq为单位)以及对MLC进行整形的控制指令。

[0039] 应当理解,结合本文提出的具体的说明性实施例,特定结构特征和/或功能特征被描述为并入定义的元件和/或部件中。然而,预期这些特征也可以同样地被并入其他恰当的元件和/或部件中,以得到相同或类似的益处。还应当理解,可以以恰当的方式有选择地采用示范性实施例的不同方面,以获得适合所期望的应用的其他备选实施例,从而其他备选实施例实现并入其中的各方面的各自优点。

[0040] 还应当理解,本文描述的具体元件或部件可以经由硬件、软件、固件或其组合来适当地实施其功能。额外地,应当理解,本文描述的一起并入的特定元件在适当的境况下可以是独立元件或以其他方式被分开。类似地,描述的由一个具体元件执行的多个具体功能可以由独立作用以执行个体功能的多个有区别的元件来执行,或者特定个体功能可以被拆分并且由协同作用的多个有区别的元件来执行。或者,本文中或以其他方式描述和/或示出为彼此有区别的一些元件或部件可以在适当的情况下在物理上或在功能上被组合。

[0041] 简言之,已经参考优选实施例阐述了本说明书。显然,他人在阅读和理解本说明书的情况下将做出修改和替代。旨在将本发明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之内。亦即,应当理解,各种以上公开的特征和功能以及其他特征和功能,或其备选,可以以期望方式被组合到许多其他不同的系统或应用中,并且,本领域技术人员随后也可以做出各种本文目前未预见或未预料的替代、修改、变型或改进,权利要求同样意图涵盖它们。

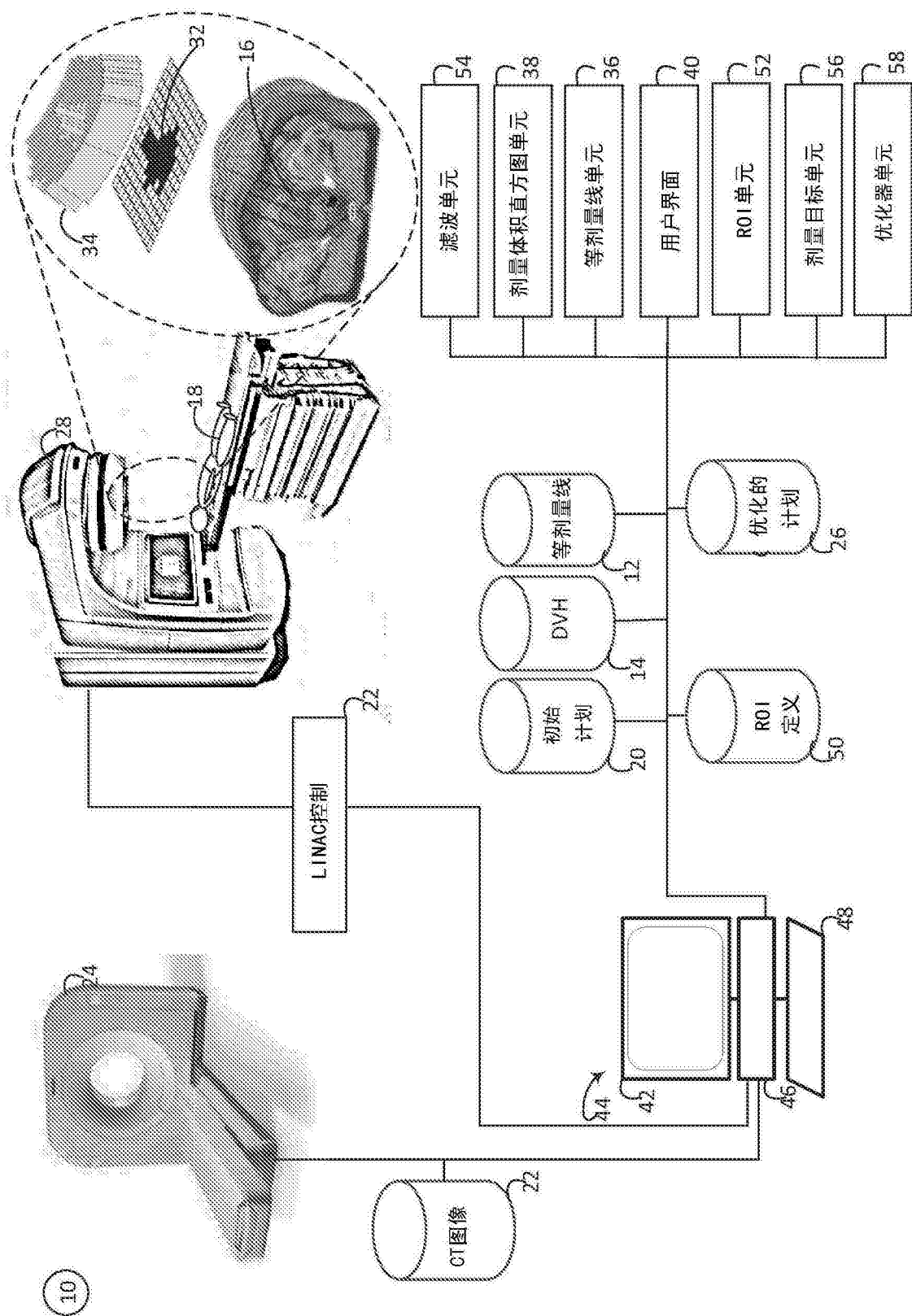


图 1

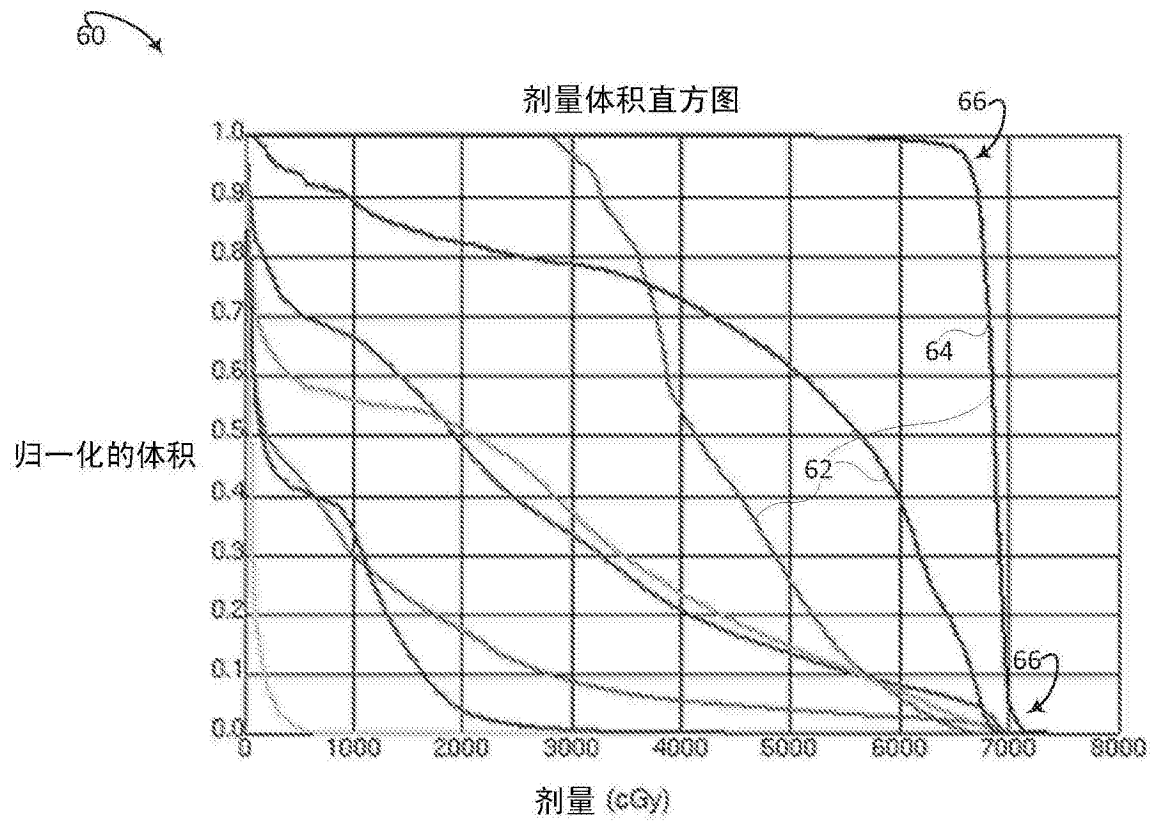


图2现有技术

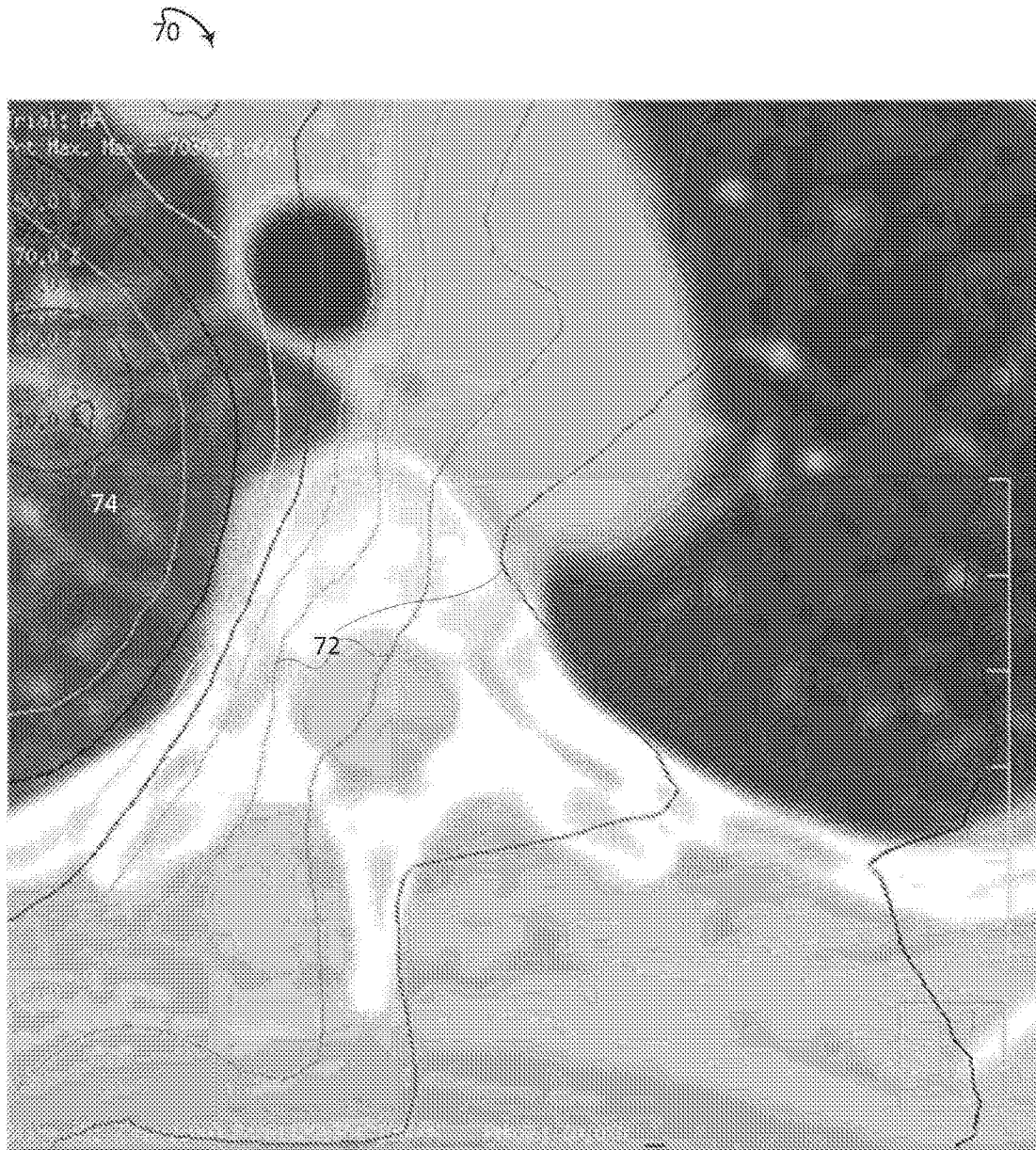


图3现有技术

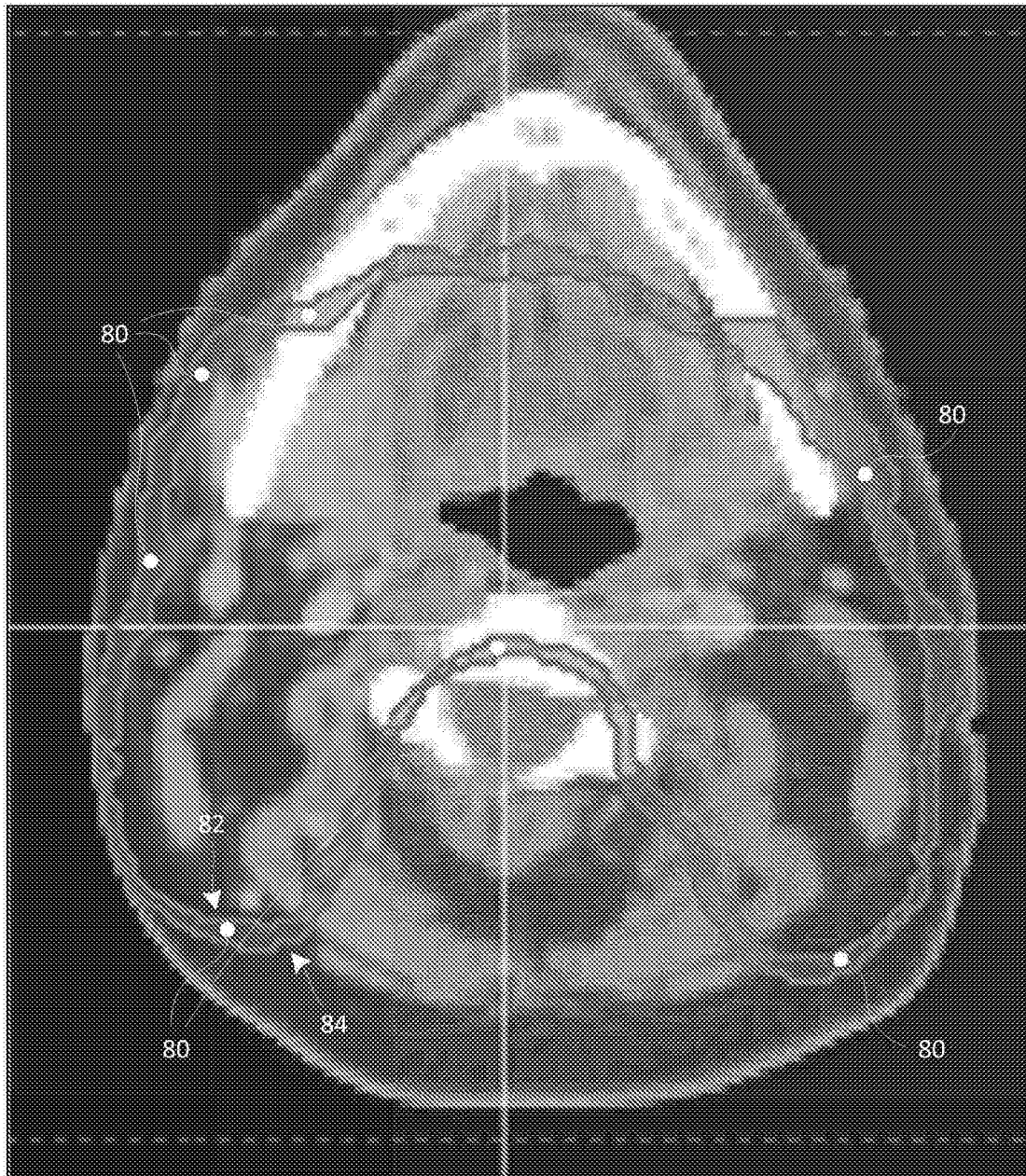


图4

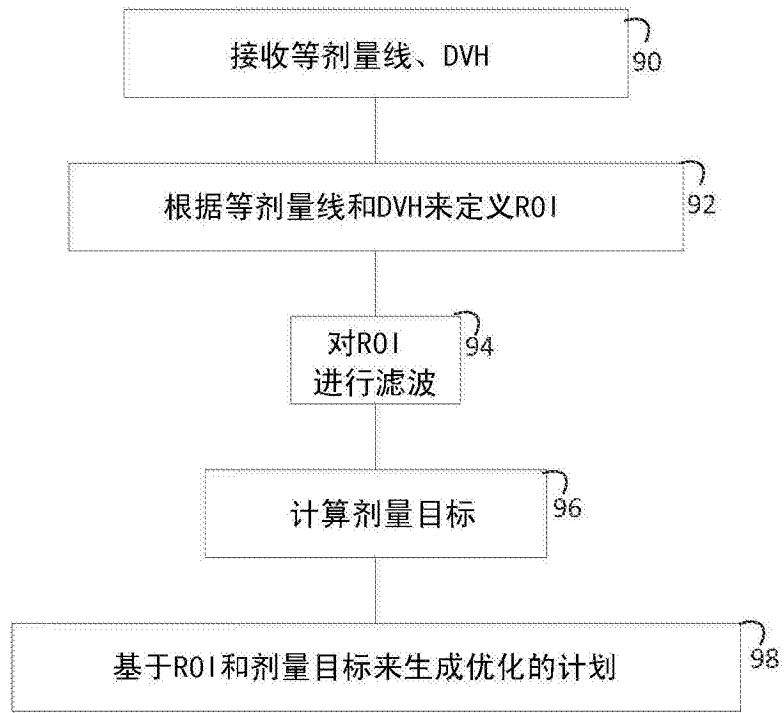


图5