



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114786768 B

(45) 授权公告日 2024.09.10

(21) 申请号 202080084940.7

(22) 申请日 2020.11.30

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114786768 A

(43) 申请公布日 2022.07.22

(30) 优先权数据
19215187.6 2019.12.11 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2022.06.08

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2020/083908 2020.11.30

(87) PCT国际申请的公布数据
W02021/115820 EN 2021.06.17

(73) 专利权人 光线搜索实验室公司
地址 瑞典斯德哥尔摩

(72) 发明人 里卡德·霍姆伯格

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限
责任公司 11219
专利代理师 穆森 戚传江

(51) Int.Cl.
A61N 5/10 (2006.01)

(56) 对比文件
EP 3434328 A1, 2019.01.30
US 2018160994 A1, 2018.06.14
WO 2018222751 A1, 2018.12.06

审查员 刘魁

权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

在递送被中断时为放射治疗提供治疗计划

(57) 摘要

提供了一种用于在递送被中断时为放射治疗提供治疗计划的方法,该方法由治疗计划系统执行。该方法包括以下步骤:检测第一治疗计划的递送已经被中断;获得代表第一治疗计划的在中断之前递送的的部分的部分剂量的递送的指示;生成第二治疗计划,其中部分剂量递送作为背景剂量形成至第二治疗计划生成的输入;以及在考虑多个场景的同时优化第二治疗计划。



1. 一种用于在递送被中断时为放射治疗提供治疗计划的方法,所述方法由治疗计划系统(1)执行并且包括以下步骤:

检测(40)第一治疗计划(12a)的递送已经被中断;

获得(42)表示所述第一治疗计划(12a)的在所述中断之前递送的的部分的部分剂量的递送的指示(14);

生成(44)第二治疗计划(12b),其中所述部分剂量递送作为背景剂量形成至所述第二治疗计划生成的输入;以及

在考虑多个场景的同时执行所述第二治疗计划的稳健优化(46),其中所述多个场景包括不同的患者平移、不同的呼吸阶段取向和/或不同的器官取向。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,在生成(44)所述第二治疗计划(12b)的步骤中,所述第一治疗计划(12a)被用于在生成所述第二治疗计划(12b)中所使用的剂量参考目标函数。

3. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括以下步骤:

获得(43)未来治疗计划(12c);

其中,在生成步骤(44)中,所述第一治疗计划(12a)和所述未来治疗计划(12c)的组合被用于在生成所述第二治疗计划(12b)中所使用的剂量参考目标函数。

4. 根据权利要求1至3中的任一项所述的方法,其中,所述背景剂量代表在所述第二治疗计划之外的放射剂量。

5. 一种治疗计划系统(1),用于在递送被中断时为放射治疗提供治疗计划,所述治疗计划系统(1)包括:

处理器(60);以及

存储器(64),所述存储器(64)存储指令(67),当所述处理器执行所述指令时,所述指令使得所述治疗计划系统(1):

检测第一治疗计划(12a)的递送已经被中断;

获得代表所述第一治疗计划(12a)的在所述中断之前递送的的部分的部分剂量的递送的指示(14);

生成第二治疗计划(12b),其中所述部分剂量递送作为背景剂量形成至所述第二治疗计划生成的输入;以及

在考虑多个场景的同时执行所述第二治疗计划的稳健优化,其中所述多个场景包括不同的患者平移、不同的呼吸阶段取向和/或不同的器官取向。

6. 根据权利要求5所述的治疗计划系统(1),其中,所述指令(67)包括以下指令:在所述处理器执行所述指令时,所述指令使得所述治疗计划系统(1)将所述第一治疗计划(12a)用于在生成所述第二治疗计划(12b)中所使用的剂量参考目标函数。

7. 根据权利要求5所述的治疗计划系统(1),还包括指令(67),当所述处理器执行所述指令(67)时,所述指令(67)使得所述治疗计划系统(1):

获得未来治疗计划(12c);以及

将所述第一治疗计划(12a)和所述未来治疗计划(12c)的组合用于在生成所述第二治疗计划(12b)中所使用的剂量参考目标函数。

8. 根据权利要求5至7中的任一项所述的治疗计划系统(1),其中,所述背景剂量代表在

所述第二治疗计划之外的放射剂量。

9. 一种计算机程序产品(67、91),用于在递送被中断时为放射治疗提供治疗计划,所述计算机程序产品包括计算机程序代码,当所述计算机程序代码在治疗计划系统(1)上运行时,所述计算机程序代码使得所述治疗计划系统(1):

检测第一治疗计划(12a)的递送已经被中断;

获得代表所述第一治疗计划(12a)的在所述中断之前递送的部分的部分剂量的递送的指示(14);

生成第二治疗计划(12b),其中所述部分剂量递送作为背景剂量形成至所述第二治疗计划生成的输入;以及

在考虑多个场景的同时执行所述第二治疗计划的稳健优化,其中

所述多个场景包括不同的患者平移、不同的呼吸阶段取向和/或不同的器官取向。

在递送被中断时为放射治疗提供治疗计划

技术领域

[0001] 本公开涉及放射治疗领域,并且具体地涉及在递送被中断时为放射治疗提供治疗计划。

背景技术

[0002] 在放射治疗中,一个或多个治疗射束照射靶区。可以使用各种类型的治疗射束,例如光子束、电子束和离子束。靶区可以代表癌症肿瘤。治疗射束穿透组织并且递送吸收的剂量以杀死肿瘤细胞。

[0003] 在针对患者的放射治疗疗程中,有时不得不中断放射治疗的递送。例如,由于患者需要去洗手间或出于技术原因,可能会发生中断。在现有技术中,当恢复放射治疗的递送时,系统简单地提供递送的剩余量。

[0004] 然而,当恢复递送时,与之前相比,患者可能已经移动或内部器官可能已经移位或变形(例如,由于排空的膀胱)。

[0005] US2018/160994A1公开了用于在治疗中规划和执行自动化多轴运动的系统和方法。

发明内容

[0006] 一个目的是改进在递送被中断时的放射治疗的递送。

[0007] 根据第一方面,提供了一种用于在递送被中断时为放射治疗提供治疗计划的方法,该方法由治疗计划系统执行。该方法包括以下步骤:检测第一治疗计划的递送已经被中断;获得代表第一治疗计划的在中断之前递送的部分的部分剂量的递送的指示;生成第二治疗计划,其中部分剂量递送作为背景剂量形成至第二治疗计划生成的输入;以及在考虑多个场景的同时优化第二治疗计划。

[0008] 在生成第二治疗计划的步骤中,第一治疗计划用于在生成第二治疗计划时所使用的剂量参考目标函数。

[0009] 该方法还可以包括以下步骤:获得未来的治疗计划;在这种情况下,在生成步骤中,将第一治疗计划和未来治疗计划的组合用于在生成第二治疗计划时所使用的剂量参考目标函数。

[0010] 所述多个场景可以包括不同的患者平移(patient translations)。

[0011] 所述多个场景可以包括不同的呼吸阶段取向(breathing phase orientations)。

[0012] 所述多个场景可以包括不同的器官取向(organ orientations)。

[0013] 所述背景剂量可以代表第二治疗计划之外的放射剂量。

[0014] 根据第二方面,提供了一种治疗计划系统,用于在递送被中断时为放射治疗提供治疗计划,该治疗计划系统包括:处理器;以及存储器,该存储器存储指令,当处理器执行所述指令时,所述指令使得治疗计划系统:检测第一治疗计划的递送已经被中断;获得代表第一治疗计划的在中断之前递送的部分的部分剂量的递送的指示;生成第二治疗计划,其中

部分剂量递送作为背景剂量形成至第二治疗计划生成的输入;以及在考虑多个场景的同时优化第二治疗计划。

[0015] 所述指令可以包括如下指令:当处理器执行所述指令时,所述指令使得治疗计划系统将第一治疗计划用于在生成第二治疗计划中所使用的剂量参考目标函数。

[0016] 治疗计划系统还可以包括指令,当处理器执行所述指令时,所述指令使得治疗计划系统:获得未来治疗计划;并且将第一治疗计划和未来治疗计划的组合用于在生成第二治疗计划中所使用的剂量参考目标函数。

[0017] 所述多个场景可以包括不同的患者平移。

[0018] 所述多个场景可以包括不同的呼吸阶段取向。

[0019] 所述多个场景可以包括不同的器官取向。不同的器官取向在这里被解释为不同的器官几何形状(大小、形状、位置等)。

[0020] 所述背景剂量可以代表第二治疗计划之外的放射剂量。

[0021] 根据第三方面,提供了一种计算机程序,用于在递送被中断时为放射治疗提供治疗计划。计算机程序包括计算机程序代码,当在治疗计划系统上运行该计算机程序代码时,该计算机程序代码使得治疗计划系统:检测第一治疗计划的递送已经被中断;获得代表第一治疗计划的在中断之前递送的部分的部分剂量的递送的指示;生成第二治疗计划,其中部分剂量递送作为背景剂量形成至第二治疗计划生成的输入;以及在考虑多个场景的同时优化第二治疗计划。

[0022] 根据第四方面,提供了一种计算机程序产品,该计算机程序产品包括根据第三方面的计算机程序和存储有该计算机程序的计算机可读装置。

[0023] 一般而言,权利要求中使用的所有术语应根据其技术领域中的通常意义加以解释,除非本文另有明确定义。除非另有明确说明,否则所有对“一/一个/元件、设备、部件、装置、步骤等”的引用将被开放性地解释为指元件、设备、部件、装置、步骤等的至少一个实例。除非明确说明,否则本文公开的任何方法的步骤不必按照所披露的确切顺序加以执行。

附图说明

[0024] 现在参照附图以示例的方式描述方面和实施例,其中:

[0025] 图1A是示出可以应用这里提出的实施例的环境的示意图;

[0026] 图1B是示出图1的治疗计划系统的功能模块示意图;

[0027] 图2是示出用于生成多个潜在治疗计划的方法的实施例的流程图,该方法在图1的治疗计划系统中加以执行;

[0028] 图3是示出根据一个实施例的图1的治疗计划系统的部件的示意图;以及

[0029] 图4示出了包括计算机可读装置的计算机程序产品的一个示例。

具体实施方式

[0030] 现在将在下文中参照附图更全面地描述本公开的方面,附图示出了本发明的某些实施例。然而,这些方面可以以许多不同的形式加以实施并且不应被解释为限制性的;相反,这些实施例是示例的方式提供的,以便本公开将是彻底和完整的,并且将本发明的所有方面的范围完全传达给本领域技术人员。在整个说明书中,相同的数字表示相同的元件。

[0031] 图1A-B是示出可以应用本文提出的实施例的环境的示意图。首先,将描述图1A的实施例。治疗计划系统1确定用于放射治疗的分布放射。这作为治疗计划12a、12b被传送到放射递送系统2。基于治疗计划,放射递送系统2生成用于向患者的靶区3提供放射的射束7,同时避免对处于危险中的器官5的放射。

[0032] 放射递送系统2生成射束和递送剂量的方式取决于治疗形式(诸如光子、电子或离子)而不同,如工业本身所熟知的。然而,共同的目标是向靶区(即,肿瘤)3递送尽可能接近规定剂量的剂量,同时最大限度地减少对诸如膀胱、大脑和直肠等处于危险中的器官5的剂量,这取决于肿瘤的位置。

[0033] 根据本文提出的实施例,治疗计划系统被配置为在递送被中断时管理放射治疗的递送。这导致一系列治疗计划。具体地,将第一治疗计划12a提供给放射递送系统2。放射递送系统2继续并且开始放射递送的生成。然而,递送被中断,之后将递送的指示14提供给治疗计划系统1。递送的指示14可以例如是日志的形式,指示在中断之前的递送疗程中对患者的放射递送。治疗计划系统1然后确定第二治疗计划12b并且将该第二治疗计划12b提供给放射递送系统2。

[0034] 现在看图1B,将仅描述与图1A相比的不同之处。在该实施例中,存在第一治疗计划系统1a和第二治疗计划系统1b。在该实施例中,第一治疗计划系统1a确定第一(原始)治疗计划12a。第二治疗计划系统1b确定第二治疗计划12b。为了确定第二治疗计划12b,第一治疗计划系统1a提供第一治疗计划12a和可选的未来治疗计划12c。第二治疗计划系统1b还从放射递送系统2获得递送的指示14。

[0035] 图2是示出用于在递送被中断时为放射治疗提供治疗计划的方法的流程图。该方法在治疗计划系统中被执行。

[0036] 在检测中断步骤40中,治疗计划系统检测到第一治疗计划的递送已经被中断。这可以通过从放射递送系统接收到的指示根据第一治疗计划的放射递送已经被中断的信息而检测到。

[0037] 在获得部分剂量递送指示步骤42中,治疗计划系统获得代表第一治疗计划的在中断之前递送的部分的部分剂量的递送的指示。该递送的指示可以是例如以来自放射递送系统的日志的形式,指示在中断之前的递送疗程中对患者的放射递送。

[0038] 在可选的获得未来治疗计划步骤43中,治疗计划系统获得未来治疗计划。未来治疗计划可以例如是针对同一患者的未来疗程的治疗计划。这可以从治疗计划系统或存储未来治疗计划的其它系统中获得。

[0039] 在生成第二治疗计划步骤44中,治疗计划系统生成第二治疗计划,其中部分剂量递送作为背景剂量形成至第二治疗计划生成的输入。所述背景剂量代表第二治疗计划之外的放射剂量。

[0040] 此外,第一治疗计划可以用于在生成第二治疗计划中所使用的剂量参考目标函数。

[0041] 当执行步骤43时,第一治疗计划和未来治疗计划的组合可以用于在生成第二治疗计划中所使用的剂量参考目标函数。可以计算组合使得该组合提供与第一治疗计划和未来治疗计划相同的生物有效剂量。换言之,已中断的疗程的剩余放射递送被包括在未来疗程中。

[0042] 在优化步骤46中,治疗计划系统优化第二治疗计划,同时考虑多个场景。所述多个场景可以包括不同的患者平移、呼吸阶段取向和/或不同的器官取向。通过考虑多个场景,以这些因素的微小变化不会对放射治疗的递送生成重大影响的方式实现稳健的优化。然后将优化的计划提供给放射递送系统。

[0043] 当不应用此方法时,继续原始治疗计划的其余部分的平凡的解决方案可能导致剂量重叠和/或剂量间隙,例如由于患者平移(运动)或内部器官运动或变形(例如,排空的膀胱)。使用本文提出的实施例,由于执行了新的优化以递送剩余的放射,因此实现了更稳健的计划,并且在递送持续疗程时大剂量重叠和/或剂量间隙的概率显著降低。

[0044] 图3是示出图1A-B的治疗计划系统1、1a-b的部件的示意图。使用能够执行存储在存储器64中的软件指令67的合适的中央处理单元(CPU)、多处理器、微控制器、数字信号处理器(DSP)等中的一个或多个的任意组合来提供处理器60,存储器64因此可以是计算机程序产品。处理器60可以替代地使用专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)等来实现。处理器60可以被配置为执行上面参考图2描述的方法。

[0045] 存储器64可以是随机存取存储器(RAM)和/或只读存储器(ROM)的任意组合。存储器64还包括永久存储,例如,它可以是磁存储器、光存储器、固态存储器乃至远程安装的存储器中的任何一个或组合。

[0046] 还提供数据存储器66用于在处理器60中执行软件指令期间读取和/或存储数据。数据存储器66可以是RAM和/或ROM的任何组合。

[0047] 治疗计划系统1进一步包括I/O接口62,以便与外部和/或内部实体连通。可选地,I/O接口62还包括用户接口。

[0048] 治疗计划系统1的其它部件被省略以便不混淆本文提出的概念。

[0049] 图4示出了包括计算机可读装置的计算机程序产品90的一个示例。在该计算机可读装置上,可以存储计算机程序91,该计算机程序可以使得处理器执行根据本文描述的实施例的方法。在该示例中,计算机程序产品是光盘,诸如CD(致密盘)或DVD(数字通用盘)或蓝光光盘。如上所述,计算机程序产品还可以体现在设备的存储器中,诸如图3的计算机程序产品64。虽然计算机程序91在这里被示意性地示出为所描绘的光盘上的轨道,但是计算机程序可以以适合计算机程序产品的任何方式加以存储,诸如可移动固态存储器,例如通用串行总线(USB)驱动器。

[0050] 上面已经参考几个实施例主要描述了本公开的方面。然而,如本领域技术人员容易理解的,在如所附专利权利要求限定的本发明的范围内,除了上面公开的实施例之外的其它实施例同样是可能的。因此,虽然本文已经公开了各个方面和实施例,但是其它方面和实施例对于本领域技术人员来说将是显而易见的。

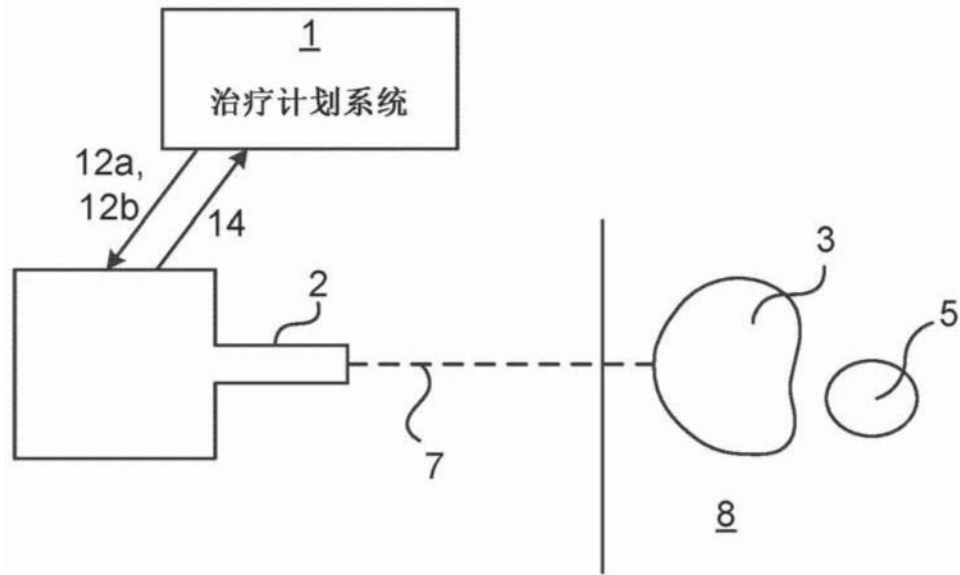


图1A

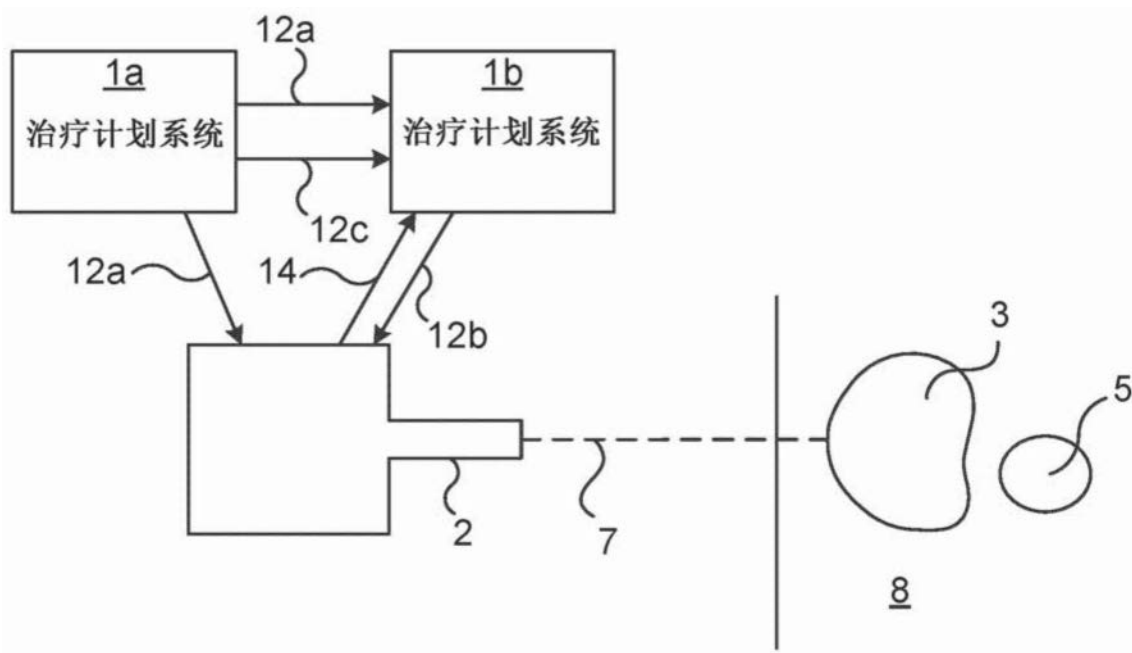


图1B



图2

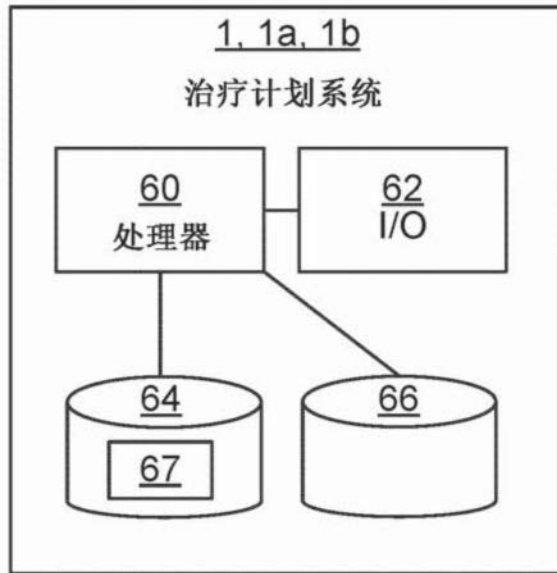


图3

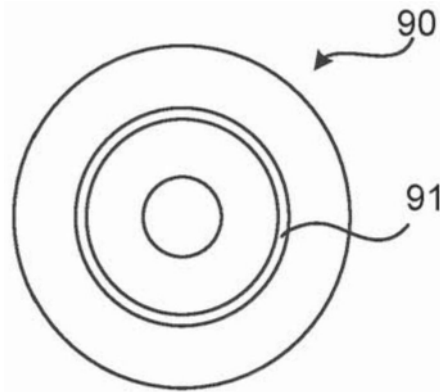


图4