



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105404789 A

(43) 申请公布日 2016. 03. 16

(21) 申请号 201511005687. 9

(22) 申请日 2015. 12. 28

(71) 申请人 上海联影医疗科技有限公司

地址 201815 上海市嘉定区城北路 2258 号

(72) 发明人 勾磐杰 周婧劼 张鹏 顾群

李贵

(74) 专利代理机构 上海思微知识产权代理事务

所(普通合伙) 31237

代理人 余毅勤

(51) Int. Cl.

G06F 19/00(2011. 01)

G06T 7/60(2006. 01)

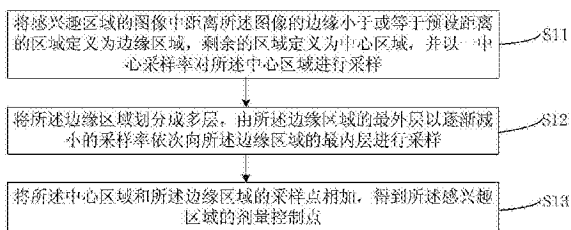
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

剂量控制点的选取方法及选取系统、放疗计划系统

(57) 摘要

本发明提供了一种剂量控制点的选取方法及选取系统、放疗计划系统,剂量控制点的选取方法包括如下步骤:将感兴趣区域的图像中距离所述图像的边缘小于或等于预设距离的区域定义为边缘区域,剩余的区域定义为中心区域,并以一中心采样率对所述中心区域进行采样;将所述边缘区域划分成多层,由所述边缘区域的最外层以逐渐减小的采样率依次向所述边缘区域的最内层进行采样;将所述中心区域和所述边缘区域的采样点相加,得到所述感兴趣区域的剂量控制点。本发明中,不过多增加采样点个数,同时增加了边缘区域的采样点,便于对剂量控制点上的剂量进行控制优化。



1. 一种剂量控制点的选取方法,其特征在于,包括:

将感兴趣区域的图像中距离所述图像的边缘小于或等于预设距离的区域定义为边缘区域,剩余的区域定义为区域,并以一中心采样率对所述中心区域进行采样;

将所述边缘区域划分成多层,由所述边缘区域的最外层以逐渐减小的采样率依次向所述边缘区域的最内层进行采样;

将所述中心区域和所述边缘区域的采样点相加,得到所述感兴趣区域的剂量控制点。

2. 如权利要求 1 所述的剂量控制点的选取方法,其特征在于,根据所述感兴趣区域的轮廓上点的曲率不同将所述轮廓划分成多个弧段,分别对所述多个弧段所对应的所述最外层采样,且平均曲率大的弧段所对应的所述最外层的采样率大于平均曲率小的弧段所对应的所述最外层的采样率。

3. 如权利要求 2 所述的剂量控制点的选取方法,其特征在于,选取的所述剂量控制点还包括所述最外层的采样点。

4. 如权利要求 1 所述的剂量控制点的选取方法,其特征在于,根据不同的感兴趣区域设置不同的所述预设距离。

5. 如权利要求 1 所述的剂量控制点的选取方法,其特征在于,对所述边缘区域进行采样时,各层的采样率之间成高斯分布。

6. 如权利要求 5 所述的剂量控制点的选取方法,其特征在于,所述边缘区域中各层的采样率的最大值为 T_{max} ,所述最外层的采样率为 $0.7T_{max} \sim 0.9T_{max}$,第二层的采样率为 $0.3T_{max} \sim 0.6T_{max}$,第三层的采样率为 $0.1T_{max} \sim 0.3T_{max}$ 。

7. 如权利要求 1 所述的剂量控制点的选取方法,其特征在于,根据所述多个弧段的平均曲率的大小,采用 S 形分布的采样率由大到小对各个弧段所对应的最外层采样。

8. 如权利要求 7 所述的剂量控制点的选取方法,其特征在于,所述 S 形分布的采样率具有一上限值和一下限值。

9. 一种剂量控制点的选取系统,其特征在于,包括:

图像划分模块,配置为将感兴趣区域的图像中距离所述图像的边缘小于或等于预设距离的区域定义为边缘区域,剩余的区域定义为区域,并将所述边缘区域划分成多层;

采样模块,配置为以一中心采样率对所述中心区域进行采样,由所述边缘区域的最外层以逐渐减小的采样率依次向所述边缘区域的最内层进行采样。

10. 如权利要求 9 所述的剂量控制点的选取系统,其特征在于,所述图像划分模块还根据所述感兴趣区域的轮廓上点的曲率不同将所述轮廓划分成多个弧段,所述采样模块分别对所述多个弧段所对应的所述最外层采样,且平均曲率大的弧段所对应的所述最外层的采样率大于平均曲率小的弧段所对应的所述最外层的采样率,所述感兴趣区域的剂量控制点包括所述中心区域、所述边缘区域以及所述最外层的采样点。

11. 一种放疗计划系统,其特征在于,包括:

用户交互模块,用于勾画病人的感兴趣区域的图像及接收相应的剂量要求;

剂量优化模块,采用如权利要求 1 ~ 8 中任意一项所述的剂量控制点的选取方法选取所述感兴趣区域的剂量控制点,并根据所述剂量要求对所述各个剂量控制点上的剂量进行优化。

剂量控制点的选取方法及选取系统、放疗计划系统

技术领域

[0001] 本发明主要涉及放疗技术领域,尤其涉及一种剂量控制点的选取方法及选取系统、放疗计划系统。

背景技术

[0002] 放射治疗是利用现代高科技计算机控制先进的射线发生设备——医用电子直线加速器,通过控制放射线的入射方向、放射区域对肿瘤进行不开刀、无痛苦、损伤小、体质消耗小的有效肿瘤治疗方案。在进行放射治疗之前,需在计算机工作站上设计各个病人的放射治疗计划,在展示肿瘤接受放射致死照射剂量的同时,控制周围重要组织和重要器官的受射线辐射剂量在正常组织和器官的耐受范围以内。

[0003] 放射治疗计划中,医生需要给出处方和治疗方案,物理师要根据医生处方,勾画器官和肿瘤位置,以及总的肿瘤体积(Gross Tumor Volume, GTV)、计划治疗体积(Planning Target Volume, PTV)和临床目标体积(Clinical Target volume, CTV)等靶区,然后根据治疗方案,创建射野(Beam)和子野(Beam segment),检查剂量体积分布(Dose-Volume Histogram, DVH),如果不满足处方目标,进行优化计算直到满足要求为止,最终批准放疗计划(Approve),保存整个放疗计划数据,用以治疗。

[0004] 在制定放疗计划时,获取的感兴趣区域的图像通常具有较高的分辨率,例如,图 1a 中以肺叶的图像为例,全部的像素点数量较多,因此,在剂量优化前,会选取一些剂量控制点来代表整个感兴趣区域。剂量优化过程中实际产生的数据量为 $B \times N$,其中 B 为射野的个数, N 为剂量控制点的总数,因此,受剂量控制点的总数据量和计算时间的限制,控制点的数量必须控制在一定的数量范围内,并且要有合理的位置分布,以保证感兴趣器官被充分覆盖,使得该区域上的剂量分布得到有效控制。

[0005] 现有技术中,通常采用固定的采样率对感兴趣区域进行等间隔采样,但会使感兴趣区域边缘处的点被大量的忽略掉,例如,图 1b 中对图 1a 以 T 为采样率进行采样后选取的控制点的图像,边缘处的点被大量忽略,而边缘处的点与其他器官相邻,更易受到其他器官目标剂量的影响,即感兴趣区域边缘处的剂量无法得到准确的控制,造成剂量过高或过低。参考图 1c 中所示,图 1c 中以 $1.5T$ 的采样率对图 1a 进行采样后选取的控制点的图像,虽然单纯的增大采样率,可以缓解这一问题,但会增加的剂量控制点的个数会带来巨大的数据量增长。例如,在三维情况下,如果将采样率增大 n 倍,其数据量将增加 n^3 倍。此外,在轮廓形状变化剧烈的区域,在可接受的数据量范围内,以等分辨率增加采样点的个数仍不能使边缘形状得以很好的保留。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于,提供一种剂量控制点的选取方法及选取系统,解决现有技术中边缘的剂量控制点选取不足的问题。

[0007] 为解决上述技术问题,本发明提供一种剂量控制点的选取方法,包括:

[0008] 将感兴趣区域的图像中距离所述图像的边缘小于或等于预设距离的区域定义为边缘区域, 剩余的区域定义为中心区域, 并以一中心采样率对所述中心区域进行采样;

[0009] 将所述边缘区域划分成多层, 由所述边缘区域的最外层以逐渐减小的采样率依次向所述边缘区域的最内层进行采样;

[0010] 将所述中心区域和所述边缘区域的采样点相加, 得到所述感兴趣区域的剂量控制点。

[0011] 可选的, 根据所述感兴趣区域的轮廓上点的曲率不同将所述轮廓划分成多个弧段, 分别对所述多个弧段所对应的所述最外层采样, 且平均曲率大的弧段所对应的所述最外层的采样率大于平均曲率小的弧段所对应的所述最外层的采样率。

[0012] 可选的, 选取的所述剂量控制点还包括所述最外层的采样点。

[0013] 可选的, 根据不同的感兴趣区域设置不同的所述预设距离。

[0014] 可选的, 对所述边缘区域进行采样时, 各层的采样率之间成高斯分布。

[0015] 可选的, 所述边缘区域中各层的采样率的最大值为 T_{max} , 所述最外层的采样率为 $0.7T_{max} \sim 0.9T_{max}$, 第二层的采样率为 $0.3T_{max} \sim 0.6T_{max}$, 第三层的采样率为 $0.1T_{max} \sim 0.3T_{max}$ 。

[0016] 可选的, 根据所述多个弧段的平均曲率的大小, 采用 S 形分布的采样率由大到小对各个弧段所对应的最外层采样。

[0017] 可选的, 所述 S 形分布的采样率具有一上限值和一下限值。

[0018] 相应的, 本发明还提供一种剂量控制点的选取系统, 包括:

[0019] 图像划分模块, 配置为将感兴趣区域的图像中距离所述图像的边缘小于或等于预设距离的区域定义为边缘区域, 剩余的区域定义为中心区域, 并将所述边缘区域划分成多层;

[0020] 采样模块, 配置为以一中心采样率对所述中心区域进行采样, 由所述边缘区域的最外层以逐渐减小的采样率依次向所述边缘区域的最内层进行采样。

[0021] 可选的, 所述图像划分模块还根据所述感兴趣区域的轮廓上点的曲率不同将所述轮廓划分成多个弧段, 所述采样模块分别对所述多个弧段所对应的所述最外层采样, 且平均曲率大的弧段所对应的所述最外层的采样率大于平均曲率小的弧段所对应的所述最外层的采样率, 所述感兴趣区域的剂量控制点包括所述中心区域、所述边缘区域以及所述最外层的采样点。

[0022] 此外, 本发明还提供一种放疗计划系统, 包括:

[0023] 用户交互模块, 用于勾画病人的感兴趣区域的图像及接收相应的剂量要求;

[0024] 剂量优化模块, 采用如权利要求 1 ~ 8 中任意一项所述的剂量控制点的选取方法选取所述感兴趣区域的剂量控制点, 并根据所述剂量要求对所述各个剂量控制点上的剂量进行优化。

[0025] 与现有技术相比, 本发明提供的剂量控制点的选取方法及选取系统、放疗计划系统中, 将感兴趣区域的图像划分成中心区域和边缘区域, 将边缘区域划分成多层, 并采用不同的采样率分别对多层进行采样。同时, 根据感兴趣区域的轮廓上点的曲率不同将所述轮廓划分成多个弧段, 分别对多个弧段所对应的所述最外层采样, 且平均曲率大的弧段所对应的最外层的采样率大于平均曲率小的弧段所对应的最外层的采样率, 最终, 将中心区域、

边缘区域以及最外层的采样点相加,即为该器官的剂量控制点。本发明中,不过多增加采样点的个数,同时增加了边缘区域的采样点,便于对剂量控制点上的剂量进行控制优化。

附图说明

- [0026] 图 1a 为现有技术中的肺叶器官的原始采样图像;
- [0027] 图 1b 为现有技术中的以 T 为采样率进行采样后选取的控制点的图像;
- [0028] 图 1c 为现有技术中的以 $1.5T$ 为采样率进行采样后选取的控制点的图像;
- [0029] 图 2 为本发明一实施例中的剂量控制点的选取方法的流程图;
- [0030] 图 3 为本发明一实施例中将边缘区域划分成多层的结构示意图;
- [0031] 图 4 为本发明一实施例中边缘区域采样率的分布图;
- [0032] 图 5 为本发明一实施例中多个弧段所对应的最外层的采样率的分布图;
- [0033] 图 6 为本发明一实施例中剂量控制点的选取系统的结构示意图;
- [0034] 图 7 为本发明一实施例中放疗计划系统的结构示意图。

具体实施方式

[0035] 下面将结合示意图对本发明的剂量控制点的选取方法及选取系统、放疗计划系统进行更详细的描述,其中表示了本发明的优选实施例,应该理解本领域技术人员可以修改在此描述的本发明,而仍然实现本发明的有利效果。因此,下列描述应当被理解为对于本领域技术人员的广泛知道,而并不作为对本发明的限制。

[0036] 本发明的核心思想在于,提供的剂量控制点的选取方法及选取系统中,将感兴趣区域的图像划分成中心区域和边缘区域,将边缘区域划分成多层,并采用不同的采样率分别对多层进行采样。同时,根据感兴趣区域的轮廓上点的曲率不同将所述轮廓划分成多个弧段,分别对多个弧段所对应的所述最外层采样,且平均曲率大的弧段所对应的最外层的采样率大于平均曲率小的弧段所对应的最外层的采样率,最终,将中心区域、边缘区域以及最外层的采样点相加,即为该器官的剂量控制点。本发明中,不过多增加采样点的个数,同时增加了边缘区域的采样点,便于对剂量控制点上的剂量进行控制优化。

[0037] 以下结合图 2~图 6 对本发明的剂量控制点的选取方法及选取系统、放疗计划系统进行详细的描述,图 2 为剂量控制点的选取方法的流程图,具体包括如下步骤:

[0038] 执行步骤 S11,参考图 3 中所示,将感兴趣区域的图像中距离感兴趣区域的图像边缘小于或等于预设距离 d_0 内的区域定义为边缘区域 S_1 ,并将感兴趣区域内剩余的图像区域定义为中心区域 S_0 。在本实施例中,根据不同的感兴趣区域设置不同的所述预设距离 d_0 ,还可以根据经验设置所述预设距离 d_0 ,例如,以肺叶器官为例, d_0 可以为 $5\text{mm} \sim 8\text{mm}$,例如 $d_0 = 8\text{mm}$,则距离边缘小于等于 8mm 的区域为边缘区域。接着,以一中心采样率对所述中心区域 S_0 进行采样,得到所述中心区域 S_0 的采样点。

[0039] 之后,执行步骤 S12,以边缘采样率对所述边缘区域 S_1 进行采样,此时,如果感兴趣区域的轮廓变化比较剧烈,优选将所述边缘区域 S_1 划分成多层,每层采样不同的采样率进行采样。

[0040] 继续参考图 3 中所示,将所述边缘区域 S_1 由外向内依次划分成三层 L_1 、 L_2 、 L_3 ,其中, L_1 、 L_2 、 L_3 各层中心距离图像边缘的距离分别为 d_1 、 d_2 、 d_3 。当然,本发明中并不限于将边

缘区域 S_1 划分成三层, 还可以划分成二层、四层、五层等, 此为根据边缘区域 S_1 的点的分布、边缘区域 S_1 对放疗过程的影响程度制定的。之后, 以逐渐减小的采样率由所述边缘区域 S_1 的最外层 L_1 逐渐向最内层 L_3 进行采样。

[0041] 在本实施例中, 将边缘区域的最高采样率定义为 T_{max} , 定义一比例函数 $f = F(d)$, d 为各层中心与图像边缘的距离, f 为各层与最高采样率的比例关系, 因此, 各层的采样率为 $F(d) \times T_{max}$, 则距离边缘越远, 采样率越低, 可以设置所述最外层 L_1 的采样率为 $0.7T_{max} \sim 0.9T_{max}$, 所述第二层 L_2 的采样率为 $0.3T_{max} \sim 0.6T_{max}$, 所述第三层 L_3 的采样率为 $0.1T_{max} \sim 0.3T_{max}$, 得到各层的采样点。例如, 参考图 4 中所示, 对边缘区域 S_1 进行时, 各层的采样率之间成高斯分布。所述最外层 L_1 的采样率为 $0.8T_{max}$, 第二层的采样率为 $0.4T_{max}$, 第三层的采样率为 $0.2T_{max}$ 。本发明中, 对边缘区域 S_1 的各层采用不同的采样率, 从而保证不会遗漏较多的边缘区域的采样点。

[0042] 执行步骤 S3, 考虑到图像边缘的轮廓中存在剧烈变化的区域, 在对最外层 L_1 进行采样的过程中, 需要增加剧烈变化的区域的采样点。本实施例中, 根据所述感兴趣区域的轮廓上点的曲率不同将所述轮廓划分成多个弧段, 再分别对所述多个弧段所对应的最外层 L_1 进行采样。在将感兴趣区域的轮廓分成多个弧段的过程中, 设感兴趣区域的轮廓的曲率向量为 k , 则 k 可以表示为感兴趣区域的轮廓点序列的函数, 即 $k = K(S)$, 其中, S 为沿轮廓扫描后得到的点向量。对曲率向量 k 使用一维聚类方法, 将 k 分为不同的弧段, 并以该弧段的平均曲率作为该弧段的曲率 k_j , $j = 1, 2, 3, \dots$, 由此可以将感兴趣区域的轮廓截为 j 个弧段。之后, 定义一个曲率到采样率的映射函数, 例如, 参考图 5 中所示, 根据多个弧段的平均曲率的大小, 采用 S 形分布的采样率由大到小对各个弧段所对应的最外层 L_1 进行采样, 使得平均曲率大的弧段所对应的最外层 L_1 的采样率大于平均曲率小的弧段所对应的最外层 L_1 的采样率, 使得平均曲率大的弧段所对应的最外层 L_1 多采一些点, 即剧烈变化的区域能够多采一些点。本实施例中, 所述 S 形分布的采样率具有一上限值 T_2 和一下限值 T_1 , 且 $T_2 > T_1 > 0$ 。

[0043] 最终, 将所述中心区域 S_0 、所述边缘区域 S_1 以及所述最外层 L_1 的采样点相加, 得到所述感兴趣区域的剂量控制点。本发明中, 分别对所述中心区域 S_0 、所述边缘区域 S_1 以及所述最外层 L_1 进行采样, 既不过多增加采样点的个数, 同时增加了边缘区域以及剧烈变化的区域的采样点, 便于对剂量控制点上的剂量进行控制优化。

[0044] 相应的, 参考图 6 所示, 本发明还提供了一种剂量控制点的选取系统, 包括:

[0045] 图像划分模块 1, 图像划分模块 1 配置为将感兴趣区域的图像中距离图像的边缘小于或等于预设距离的区域定义为边缘区域, 剩余的区域定义为中心区域, 并将所述边缘区域划分成多层;

[0046] 采样模块 2, 采样模块 2 配置为以一中心采样率对所述中心区域进行采样, 由所述边缘区域的最外层以逐渐减小的采样率依次向所述边缘区域的最内层进行采样。

[0047] 此外, 所述图像划分模块 1 还根据所述感兴趣区域的轮廓上点的曲率不同将所述轮廓划分成多个弧段, 所述采样模块 2 分别对所述多个弧段所对应的所述最外层采样, 且平均曲率大的弧段所对应的所述最外层的采样率大于平均曲率小的弧段所对应的所述最外层的采样率, 将所述中心区域、所述边缘区域以及所述最外层的采样点相加, 得到所述感兴趣区域的剂量控制点。

[0048] 参考图 7 中所示,本发明还提供一种放疗计划系统,该系统包括:

[0049] 用户交互模块 10,所述用户交互模块用于勾画病人的感兴趣区域的图像,并且,所述用户交互模块还用于获取物理师输入的器官的剂量控制要求。

[0050] 剂量优化模块 20,所述剂量优化模块 20 用于获取所述用户交互模块 10 勾画的病人的感兴趣区域的图像和感兴趣区域的剂量控制要求,再采用上述的剂量控制点的选取方法选取器官的剂量控制点,并对各个剂量控制点上的剂量进行优化。本实施例中,所述剂量优化模块 20 根据所述剂量控制要求采用迭代优化算法对各个剂量控制点上的剂量进行优化。

[0051] 放疗计划系统形成满足物理师给定条件的放疗计划,医生根据该治疗计划对病人进行放疗。

[0052] 综上所述,本发明中,提供的剂量控制点的选取方法及选取系统中,将感兴趣区域的图像划分成中心区域和边缘区域,将边缘区域划分成多层,并采用不同的采样率分别对多层进行采样。同时,根据感兴趣区域的轮廓上点的曲率不同将所述轮廓划分成多个弧段,分别对多个弧段所对应的所述最外层采样,且平均曲率大的弧段所对应的最外层的采样率大于平均曲率小的弧段所对应的最外层的采样率,最终,将中心区域、边缘区域以及最外层的采样点相加,即为该器官的剂量控制点。本发明中,不过多增加采样点的个数,同时增加了边缘区域的采样点,便于对剂量控制点上的剂量进行控制优化。

[0053] 显然,本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样,倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

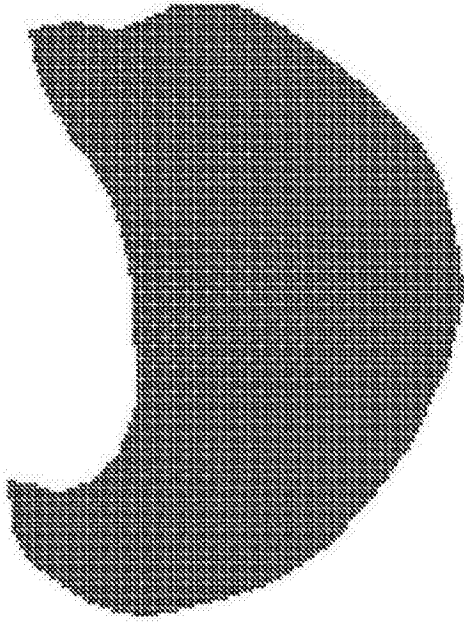


图 1a

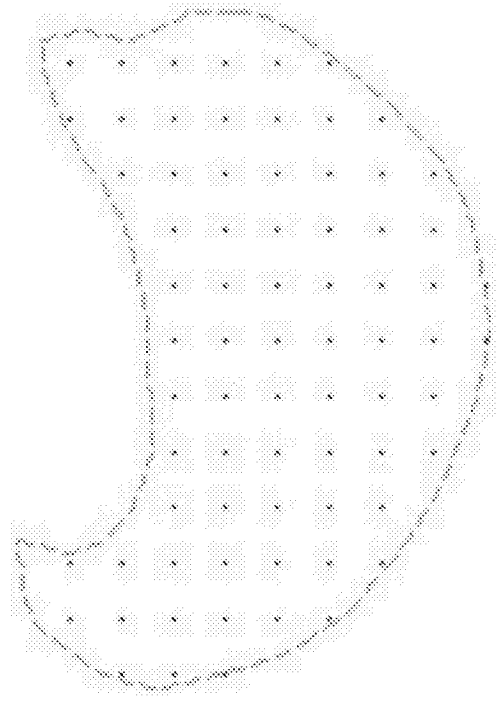


图 1b

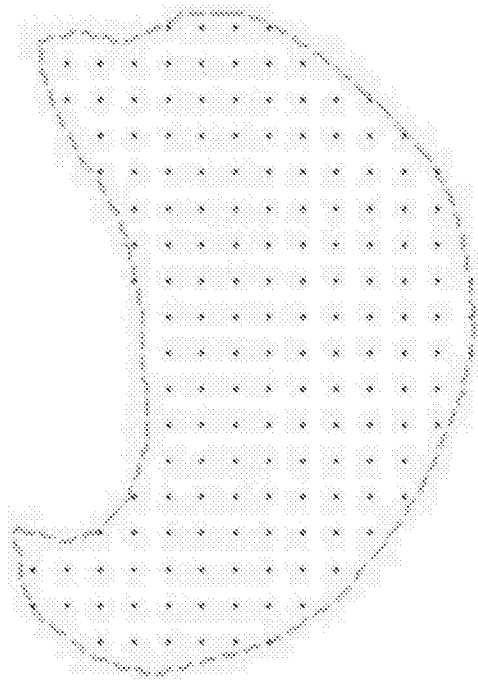


图 1c

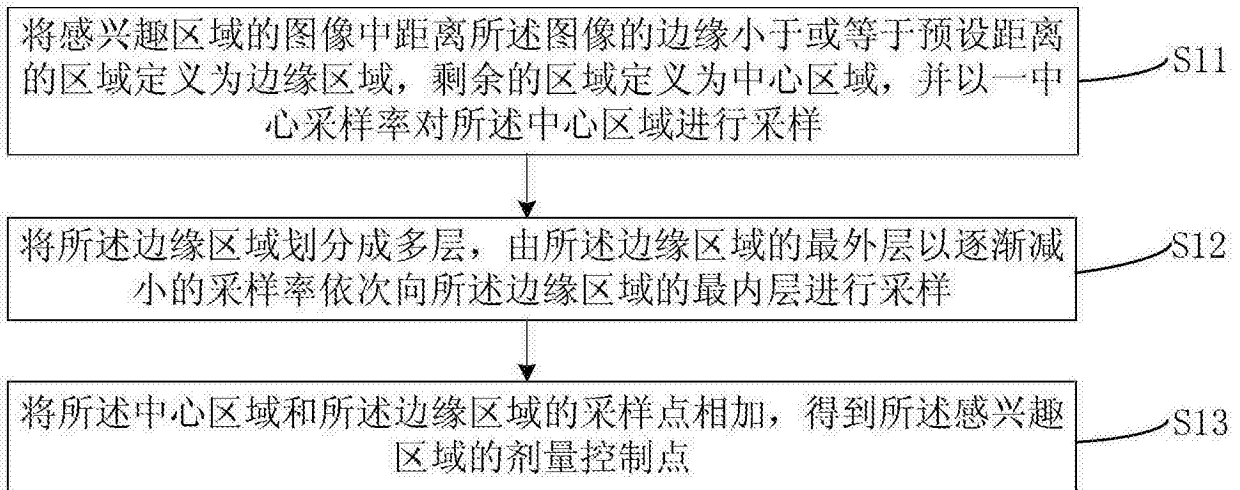


图 2

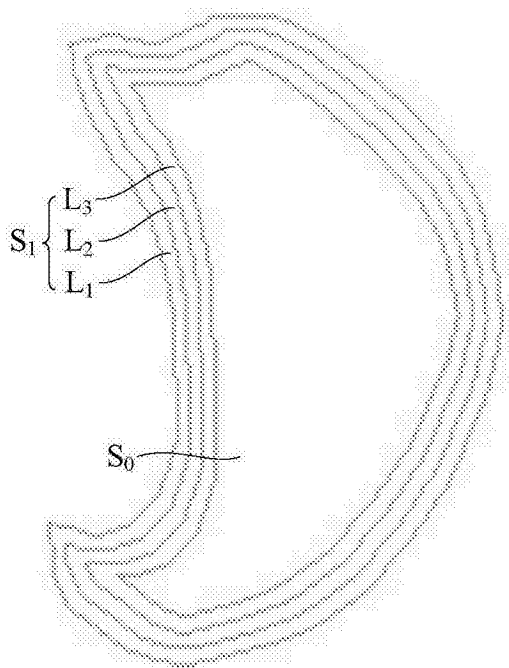


图 3

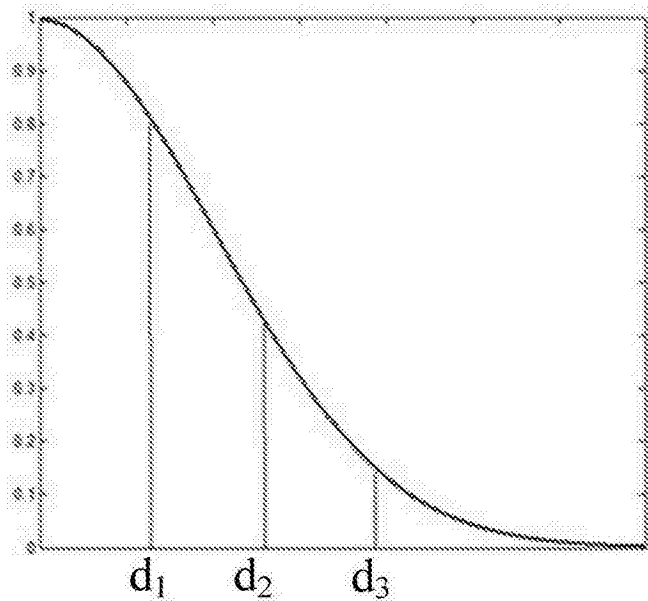


图 4

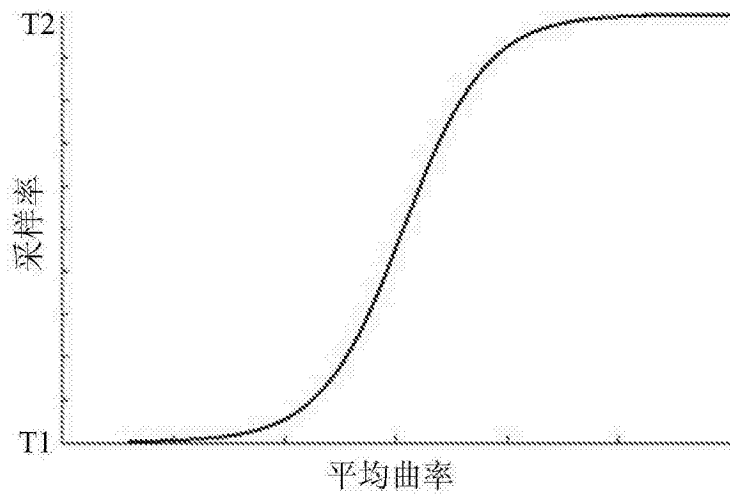


图 5

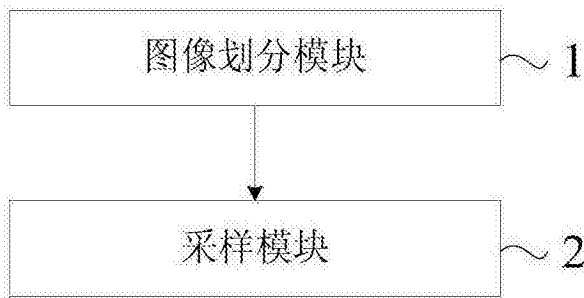


图 6

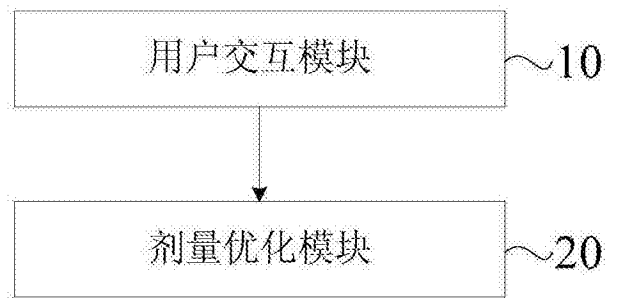


图 7