



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103649996 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 19

(21) 申请号 201280033938. 2

代理人 王英 刘炳胜

(22) 申请日 2012. 05. 04

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

61/484, 479 2011. 05. 10 US

G06T 7/00 (2006. 01)

G06T 19/00 (2006. 01)

A61B 1/267 (2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 01. 08

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2012/052241 2012. 05. 04

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/153249 EN 2012. 11. 15

(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 K·卢 R·维姆科

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

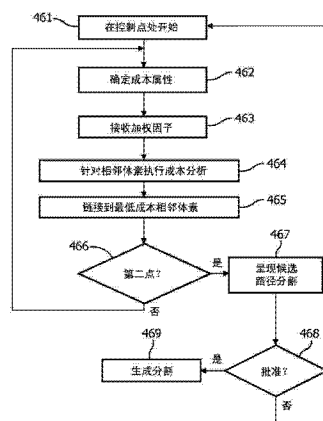
权利要求书3页 说明书8页 附图6页

(54) 发明名称

用户操纵的即时路径规划

(57) 摘要

提供一种方法、系统和程序产品,用于在图像引导的内窥镜程序中的用户操纵的即时路径规划,包括:在显示器上呈现来自术前CT扫描的示出感兴趣区域的2D断层图像;响应于第一用户输入,在患者体腔内的所述2D断层图像上定义控制点;置中所述控制点;响应于第二用户输入而关于所述控制点调节视角以示出所述体腔的纵切面;响应于第三用户输入而在所述体腔内的规划路径上识别第二点;延伸连接所述控制点与所述第二点的规划路径;将所述第二点重新定义为新控制点;以及重复所述呈现、调节、识别、延伸和所述重新定义的步骤,直到所述规划路径到达所述患者体内的程序起点。



1. 一种用于在图像引导的内窥镜程序中进行用户操纵的即时路径规划的方法,包括:
在显示器上呈现来自术前 CT 扫描的 2D 断层图像,所述 2D 断层图像示出感兴趣区域;
响应于第一用户输入而在患者体腔内的所述 2D 断层图像上定义控制点;
呈现以所述控制点为中心的新图像;
响应于第二用户输入而关于所述控制点调节视角以示出所述体腔的纵切面;
响应于第三用户输入而在所述体腔内的规划路径上识别第二点;
延伸连接所述控制点与所述第二点的规划路径;
将所述第二点重新定义为新控制点;并且
重复所述呈现的步骤、所述调节的步骤、所述识别的步骤、所述延伸的步骤和所述重新定义的步骤,直到所述规划路径到达所述患者体内的程序起点。
2. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述控制点和所述第二点为所显示的图像上的体素,并且创建规划路径的所述步骤包括重复地执行成本分析以将相邻体素链接到始于所述控制点的所述规划路径上的上一体素。
3. 如权利要求 2 所述的方法,其中,所述成本分析分析每个相邻体素的强度属性,以选择要链接在所述规划路径上的体素以及每个属性的加权因子。
4. 如权利要求 3 所述的方法,其中,所述成本分析还分析每个相邻体素的几何特性,以选择要链接在所述规划路径上的体素。
5. 如权利要求 1 所述的方法,其中,延伸规划路径的所述步骤包括使用图形搜索应用,所述图形搜索应用基于梯度相关特征和最佳路径搜索函数。
6. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述介入程序是在树形解剖结构中执行的,并且所述路径被规划为通过所述树形解剖结构。
7. 如权利要求 6 所述的方法,其中,所述内窥镜为支气管镜,所述程序为对肺组织的活检,所述树形解剖结构包括患者的支气管树,并且所述控制点最初被设定在所述患者的所述支气管树中接近可疑肿瘤的分支中,所述可疑肿瘤是在来自 CT 扫描的多平面重建的断层图像中识别出的。
8. 如权利要求 6 所述的方法,其中,所述树形解剖结构包括患者的血管。
9. 如权利要求 5 所述的方法,其中,所述规划路径在所述显示器上被呈现为所述支气管镜图像的表示,所述规划路径在所述支气管镜图像上被标记为有对比度的线。
10. 如权利要求 5 所述的方法,其中,所述内窥镜为支气管镜,所述程序为对肺组织的活检,所述控制点最初被设定在所述患者的所述支气管树中接近可疑肿瘤的分支中,所述可疑肿瘤是在来自 CT 扫描的多平面重建的断层图像中识别出的,并且所述患者的所述支气管树在所述显示器上被呈现为在其上指示所述路径分割的三维图像。
11. 如权利要求 2 所述的方法,在所述路径分割中,所创建的路径分割被呈现在所述显示器上用于批准,并且所述方法还包括响应于没有接收到批准而生成从所述控制点到所述第二点的新候选路径分割。
12. 如权利要求 11 所述的方法,其中,所述成本分析使用针对每个相邻体素的梯度相关属性以选择要链接在所述规划路径上的体素,并且所述新候选路径分割是使用所述成本分析用对所述属性或加权因子中的一个的至少一个改变而创建的。
13. 一种用于在图像引导的内窥镜程序中进行用户操纵的即时路径规划的系统,包

括：

处理器；

存储器，其被能够操作地连接到所述处理器；

显示器，其被能够操作地连接到所述处理器；以及

程序指令，其被编码在所述存储器上并且能够由所述处理器执行，以：

在显示器上呈现来自术前 CT 扫描的 2D 断层图像，所述 2D 断层图像示出感兴趣区域；

响应于第一用户输入而在患者的树形解剖结构的分支内的所述 2D 断层图像上定义控制点；

呈现以所述控制点为中心的新图像；

响应于第二用户输入而关于所述控制点调节视角以示出所述分支的纵切面；

响应于第三用户输入而在所述分支内的规划路径上识别第二点；

延伸连接所述控制点与所述第二点的规划路径；

将所述第二点重新定义为新控制点；并且

重复所述呈现的步骤、所述调节的步骤、所述识别的步骤、所述延伸的步骤和所述重新定义的步骤，直到所述规划路径到达程序起点。

14. 一种计算机程序产品，其包括具有编码在其上的程序代码的计算机可读存储介质，所述程序代码用于图像引导的内窥镜程序中的用户操纵的即时路径规划，包括：

用于在显示器上呈现来自术前 CT 扫描的 2D 断层图像的程序代码，所述 2D 断层图像示出感兴趣区域；

用于响应于第一用户输入而在患者体腔内的所述 2D 断层图像上定义控制点的程序代码；

用于呈现以所述控制点为中心的新图像的程序代码；

用于响应于第二用户输入而关于所述控制点调节视角以示出所述体腔的纵切面的程序代码；

用于响应于第三用户输入而在所述体腔内的规划路径上识别第二点的程序代码；

用于延伸连接所述控制点与所述第二点的规划路径的程序代码；

用于将所述第二点重新定义为新控制点的程序代码；以及

用于重复所述呈现的步骤、所述调节的步骤、所述识别的步骤、所述延伸的步骤和所述重新定义的步骤，直到所述规划路径到达所述患者体内的程序起点的程序代码。

15. 如权利要求 14 所述的计算机程序产品，其中，所述控制点和所述第二点为所显示的图像上的体素，并且用于创建规划路径的所述程序指令包括重复地执行成本分析以将相邻体素链接到始于所述控制点的所述规划路径上的上一体素。

16. 如权利要求 14 所述的程序产品，其中，所述成本分析程序指令包括用于分析每个相邻体素的强度属性以选择要链接在所述规划路径上的体素的指令。

17. 如权利要求 16 所述的程序产品，其中，所述成本分析程序指令还包括用于分析每个相邻体素的几何特性以选择要链接在所述规划路径上的体素的指令。

18. 如权利要求 14 所述的程序产品，其中，用于延伸规划路径的所述程序指令包括用于使用基于梯度相关特征和最佳路径搜索函数的图形搜索应用的指令。

19. 如权利要求 14 所述的程序产品，其中，所述内窥镜为支气管镜，所述程序为对肺

组织的活检,并且用于设定所述控制点的所述程序指令包括用于将所述控制点最初设定在所述患者的所述支气管树中接近可疑肿瘤的分支中的程序指令,所述可疑肿瘤是在来自 CT 扫描的多平面重建的断层图像中识别出的。

20. 如权利要求 14 所述的程序产品,还包括用于在所述显示器上将所述规划路径呈现为所述内窥镜图像的表示的程序指令,所述规划路径在所述内窥镜图像上被标记为有对比度的线。

21. 如权利要求 18 所述的方法,其中,所述内窥镜为支气管镜,所述程序为对肺组织的活检,所述控制点最初被设定在所述患者的所述支气管树中接近可疑肿瘤的分支中,所述可疑肿瘤是在来自 CT 扫描的多平面重建的断层图像中识别出的,并且还包括用于在所述显示器上将所述患者的所述支气管树呈现为在其上指示了所述路径分割的三维图像的程序指令。

用户操纵的即时路径规划

技术领域

[0001] 本发明涉及图像引导的医学介入领域,并且更具体而言涉及用于介入程序的用户操纵的即时路径规划的方法与系统。

背景技术

[0002] 多年来,肺癌一直是美国乃至世界上癌症死亡的主导原因。肺癌的标准诊断方法涉及全胸术前计算机断层摄影(CT)扫描,随后通过支气管镜检或经皮穿刺活检对可疑感兴趣区域(ROI)采样。支气管镜检因其为微创程序,具有快的患者恢复期,而通常是优选的,并且其已被认为是用于肺癌诊断和分期的安全有效的方法。

[0003] 在CT扫描之后并且采样ROI之前使用支气管镜,初步但关键的步骤是找到针对所述支气管镜的可行路径(路),以行进通过患者的支气管树并到达足够接近所述ROI以执行活检的位置。传统地,医师首先研究诊断CT扫描,以探测可疑ROI。他/她然后针对每个ROI,在接近所述ROI的位置开始,并在2D断层图像(通常为轴向层片)上追踪所述患者的支气管树的可见线索。所述线索为2D图像上支气管的片段,表现为由较亮区(软组织支气管壁)围绕的椭圆形暗区域。

[0004] 使用这些可见线索,所述医师能重建可行路径,以允许支气管镜行进通过所述患者的支气管树,到达足够接近所述可疑ROI的位置,并执行适当的活检程序。然而,医师必须在所述程序之前,在头脑中重建所述路径,并记忆针对各个ROI的每个路径。结果是,没有计算机辅助的支援的路径规划对于所述医师而言可能是个繁重负担,并且其要求丰富的技巧和经验。

[0005] 随着CT和介入引导技术的发展,已进行了相当大的努力以开发基于图像的或基于电磁的导航系统,用于规划和引导支气管镜检程序(例如Broncus LungPoint®虚拟支气管镜导航系统、Superdimension i-logic system™)。在这些方法中,路径规划被集成到所述系统中,作为对外科手术程序的实时引导之前的重要步骤,并且路径规划被驱动为接近自动地提供最优路径或路径候选,以到达各个ROI。

[0006] 这些现有的自动方法要求在支气管镜检程序之前的高分辨CT扫描。强大的分割方法以从CT图像提取完整的人类支气管树结构,以及智能最优路径搜索过程。这些要求非同小可。对来自CT扫描的人类支气管树结构的完整分割困难且耗时。当在处理外围ROI时涉及小的气道支气管时,尤其是这样。所述分割要求相当长的处理时间,并且可能还要求人机交互。此外,所述分割结果高度依赖于所述术前CT图像的品质。由于长的处理时间,当所述患者在台面上时,这些自动方法是不实际的。

[0007] 即使有良好的支气管树分割,所述最优路径规划方法也必须考虑将被用于到达每个ROI的内窥镜的参数,以生成可行路径。然而,所述内窥镜的所述参数在执行该路径规划时可能是得不到的,并且所述医师可能在所述程序期间改变内窥镜。

[0008] 自动路径规划方法通常将导致多个路径候选,并且所述医师将不得不研究每个候选,并从所述候选中选择可行路径。有时所述候选中没有一个是可行路径,并且所述医师

将需要依靠他 / 她的经验,代替遵循所选路径。而且,生成多个路径候选也代表了显著的处理负担。

[0009] 因此,所述自动路径规划方法:(1)在没有足够的数据(例如高分辨 CT 和内窥镜参数)时可能是不可用的;(2)对于大多数实际临床应用中优选的台面上诊断与规划而言,是不可行的;(3)可能不是必须的,因为支气管镜检程序通常被执行为处理一至三个 ROI,并且医师可能更喜欢依靠所述支气管线索来规划所述程序的路径;以及(4)可以提供多个或不可靠的路径。

发明内容

[0010] 本发明提供一种方法、系统和程序产品,用于辅助图像引导的内窥镜介入。本发明的实施例允许医师执行用户操纵的即时路径规划,而无需高分辨 CT 图像或气道树分割。结果,能够在患者在扫描器台上时规划路径。

[0011] 根据一个实施例,提供一种方法,用于在图像引导的内窥镜程序中的用户操纵的即时路径规划,所述方法包括:在显示器上呈现来自术前 CT 扫描的 2D 断层图像,所述 2D 断层图像示出感兴趣区域;响应于第一用户输入而在患者体腔内的所述 2D 断层图像上定义控制点;置中所述控制点;响应于第二用户输入而关于所述控制点调节视角以示出所述体腔的纵切面;响应于第三用户输入而在所述体腔内的规划路径上识别第二点;延伸连接所述控制点与所述第二点的规划路径;将所述第二点重新定义为新控制点;以及重复所述呈现的步骤、所述调节的步骤、所述识别的步骤、所述延伸的步骤和所述重新定义的步骤,直到所述规划路径到达所述患者体内的程序起点。所穿过的体腔有利地处于诸如肺或脉管系的树形解剖结构中。

[0012] 根据一个实施例,所述控制点和所述第二点为所显示的图像上的体素,并且创建规划路径的所述步骤包括重复地执行成本分析,以将相邻体素链接到始于所述控制点的所述规划路径上的上一体素。根据一个实施例,延伸规划路径的所述步骤包括使用图形搜索应用,所述图形搜索应用基于梯度相关特征和最佳路径搜索方法。

[0013] 根据一个实施例,所述成本分析分析每个相邻体素的强度属性,以选择要链接在所述规划路径上的体素以及每个属性的加权因子。在一个实施例中,所述成本分析还分析每个相邻体素的几何特性,以选择要链接在所述规划路径上的体素。

[0014] 在一个实施例中,所述内窥镜为支气管镜,所述程序为对肺组织的活检,并且所述控制点最初被设定在所述患者的所述支气管树中接近可疑肿瘤的分支中,所述可疑肿瘤是在来自 CT 扫描的多平面重建的断层图像中识别出的。

[0015] 任选地,所述规划路径在所述显示器上被呈现为所述支气管镜图像上的表示,所述规划路径在所述支气管镜图像上被标记为有对比度的线。

[0016] 根据一个实施例,所述内窥镜为支气管镜,所述程序为对肺组织的活检,所述控制点最初被设定在所述患者的所述支气管树中接近可疑肿瘤的分支中,所述可疑肿瘤是在来自 CT 扫描的多平面重建的断层图像中被识别的,并且所述患者的所述支气管树在所述显示器上被呈现为在其上指示所述路径分割的三维图像。

[0017] 在一个实施例中,所创建的路径分割被呈现在所述显示器上用于批准,并且所述方法还包括响应于没有接收批准而生成从所述控制点到所述第二点的新候选路径分割。

[0018] 根据一个实施例,所述成本分析使用每个相邻体素的梯度相关属性来选择要链接在所述规划路径上的体素,并且使用所述成本分析,利用对所述属性或加权因子中的一个的至少一个改变来创建所述新候选路径分割。

[0019] 根据一个实施例,提供一种系统,用于图像引导的内窥镜程序中的用户操纵的即时路径规划。所述系统包括:处理器;可操作地连接到所述处理器的存储器;可操作地连接到所述处理器的显示器;以及编码在所述存储器上并且可由所述处理器执行的程序指令。当所述程序指令被所述处理器运行时,其在显示器上呈现来自术前 CT 扫描的 2D 断层图像,所述 2D 断层图像示出感兴趣区域。所述程序指令还响应于第一用户输入而在患者的支气管树的分支内的所述 2D 断层图像上定义控制点并呈现以所述控制点为中心的新图像。所述程序指令响应于第二用户输入而关于所述控制点调节视角以显示出所述分支的纵切面。所述程序指令响应于第三用户输入而在所述分支内的规划路径上识别第二点。然后,所述程序指令延伸连接所述控制点与所述第二点的规划路径,并且将所述第二点重新定义为新控制点。所述程序指令重复所述呈现的步骤、所述调节的步骤、所述识别的步骤、所述延伸的步骤和所述重新定义的步骤,直到所述规划路径到达气管。

[0020] 根据一个实施例,提供一种计算机程序产品,包括具有编码在其上的程序代码的计算机可读存储介质,所述程序代码用于图像引导的内窥镜程序中的用户操纵的即时路径规划,所述计算机程序产品包括:用于在显示器上呈现来自术前 CT 扫描的 2D 断层图像的程序代码,所述 2D 断层图像示出感兴趣区域;用于响应于第一用户输入而在患者体腔内的所述 2D 断层图像上定义控制点的程序代码;用于呈现以所述控制点为中心的新图像的程序代码;用于响应于第二用户输入而关于所述控制点调节视角以显示出所述体腔的纵切面的程序代码;用于响应于第三用户输入而在所述体腔内的规划路径上识别第二点的程序代码;用于延伸连接所述控制点与所述第二点的规划路径的程序代码;用于重新定义所述第二点为新控制点;以及用于重复所述呈现的步骤、所述调节的步骤、所述识别的步骤、所述延伸的步骤和所述重新定义的步骤直到所述规划路径到达所述患者体内的程序起点的程序代码。

[0021] 根据一个实施例,所述成本分析程序指令包括这样的指令,其用于分析每个相邻体素的强度属性,以选择要链接在所述规划路径上的体素。根据一个实施例,用于延伸规划路径的所述程序指令包括这样的指令,其用于使用基于梯度相关特征和最佳路径搜索函数的图形搜索应用。

[0022] 根据一个实施例,所述内窥镜为支气管镜,所述程序为对肺组织的活检,并且用于设定所述控制点的所述程序指令包括这样的程序指令,其用于将所述控制点最初设定在所述患者的所述支气管树中接近可疑肿瘤的分支中,所述可疑肿瘤是在来自 CT 扫描的多平面重建的断层图像中识别出的。根据一个实施例,还包括这样的程序指令,其用于在所述显示器上将所述规划路径呈现为所述内窥镜图像中表示,所述规划路径在所述支气管镜图像上被标记为有对比度的线。

[0023] 根据一个实施例,所述内窥镜为支气管镜,所述程序为对肺组织的活检,所述控制点最初被设定在所述患者的所述支气管树中接近可疑肿瘤的分支中,所述可疑肿瘤是在来自 CT 扫描的多平面重建的断层图像中识别出的,并且所述程序指令还包括用于在所述显示器上将所述患者的所述支气管树呈现为在其上指示所述路径分割的三维图像的程序指

令。

附图说明

[0024] 根据以下对优选的实施例的详细描述,在联系附图阅读时,将更清楚地理解本发明的特征和优点。附图中包括以下图:

[0025] 图 1 为经历支气管镜检程序的患者的等距视图,其具有示出患者的气管、支气管和癌症的剖视图;

[0026] 图 2 为来自 CT 扫描的多平面重建(MPR),其示出可用于路径规划的癌症和支气管线索;

[0027] 图 3 为根据本发明的实施例的用于图像引导的支气管镜检程序的用户操作的即时路径规划的系统方框图;

[0028] 图 4 为根据本发明的实施例的用于介入程序的用户操纵的即时规划的方法的流程图;

[0029] 图 5 为根据本发明的实施例的用于延伸连接控制点与第二点的规划路径的方法的流程图;

[0030] 图 6A 至图 6C、图 7A 至图 7C 以及图 8A 至图 8C 示出根据本发明的用于形成路径分割的方法的顺序步骤;以及

[0031] 图 6D、图 7D 和图 8D 示出根据本发明的实施例的在患者的支气管树的 3D 图像上的各自的路径分割。

具体实施方式

[0032] 本发明提供一种方法、系统和程序产品,用于图像引导的内窥镜程序中用户操作的即时路径规划。根据一个实施例,所述内窥镜为用于执行活检的支气管镜。始于接近 ROI 并且在支气管内部的位置,用户在从 CT 扫描生成的图像上定义合适的路径。用几次鼠标点击,所述用户能够操纵 2D 局部断层图像并且交互地选择动态计算的候选路径分割。所述过程遵循手术规划中的标准工作流程,用于通过寻找支气管结构中导向目标 ROI 的线索的支气管镜检。用户友好的接口设置允许通过灵活取向的 2D 截面视图,代替传统的横向(轴向)、冠状以及矢状视图,对所选的 3D 子体积中的气道路径的最佳呈现。所述用户能容易地研究或审阅情况并在同时定义合适的路径。

[0033] 图 1 示出了正经历支气管镜检程序的患者 10。医师引导支气管镜 20 通过患者的气管 12 并进入到支气管 14 接近感兴趣区域(ROI)16。然后通过支气管壁在 ROI16 执行活检。执行术前 CT 扫描,用于引导支气管镜 20 通过支气管 14 到 ROI16。如在图 2 中所示,针对支气管镜检程序,将所述 CT 扫描呈现为患者的胸部的渐进性轴向截面视图 30、32、34、36、38。图 2 示出截面视图 32、34、36 和 38 的部分,其分别被放大以提供放大视图 33、35、37 和 39。在放大视图 39 上识别 ROI16 的图像。

[0034] 在传统的规划方法中,医师在放大的截面视图 39 上识别接近 ROI14 的图像线索 91。在图示的实施例中,图像线索 91 为具有与所述图像的平面相交的轴的支气管 14。然后,医师在每个连续的放大视图 37、35、33 中识别线索 93、95、97,以定义用于从气管到 ROI14 的支气管镜检介入的路径。医师依赖他对支气管树的知识以联系所述线索,并且在头脑中构

建并记忆到每个 ROI 的路径。

[0035] 在本发明的实施例中,医师在显示器上识别第一线索 91,并通过用户接口将其定义为图像控制点。所述系统将所述控制点在所述显示器上置中。所述医师调节绕所述控制点的视角。然后所述医师识别所述规划路径上的第二点。所述系统生成在患者气道中连接所述控制点和所述第二点的路径分割。所述系统将所述第二点定义为新控制点,并将其在所述显示器上置中。然后可以通过识别所述规划路径上的第三点,将路径分割增加到所述规划路径。增加新的分割,直到所述规划路径到达所述程序的起点,例如所述患者的气管。

[0036] 图 3 为根据本发明的实施例的针对内窥镜介入的用户操纵的即时路径规划的系统框图。处理单元 300 包括处理器 310,处理器 310 可操作地连接到存储器 320。根据一个实施例,通过总线 330 连接它们。处理器 310 可以为能够运行程序指令的任意设备,例如一个或多个微处理器。所述存储器可以为任意易失性或非易失性存储器设备,例如移动磁盘、硬盘驱动、CD、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM),等等。

[0037] 显示器 340 也被可操作地连接到处理器 310。所述显示器可以适于呈现能够提供医学图像的图形用户界面(GUI)的任意监视器、屏幕等等。

[0038] 所述系统也包括用于将 CT 扫描导入到处理器 310 中的工具。该工具可以是用于在互联网或内联网上导入所述 CT 扫描的网络连接。备选地,所述工具可以为存储驱动,例如 CD- 驱动、适于插入闪存驱动的 USB 端口。在又一实施例中,所述工具可以是到执行所述 CT 扫描的 C 型臂的直接有线或无线连接。

[0039] 在所图示的实施例中,所述内窥镜为支气管镜系统 200。支气管镜系统 200 包括支气管镜 210,其被适配到照相机 220 内,以在介入期间提供所述支气管气道的内部的可视化。相机 220 被可操作地连接到向医师呈现支气管图像的显示器 240。

[0040] 存储器 320 具有编码在其上的可由处理器 310 运行的程序指令。当程序指令 322 被处理器运行时,其提供针对介入内窥镜程序的用户操纵的即时规划方法,下文描述其范例。

[0041] 图 4 为针对内窥镜程序的用户操纵的即时规划的方法的流程图。在该范例中,所述程序为使用支气管镜的活检。

[0042] 程序指令 322 接收术前 CT 扫描(步骤 402)。所述 CT 扫描可以为 3D 图像空间的形式,能从其生成诸如图 2 中所示的 30 以及 32-39 的一系列的断层图像。

[0043] 程序指令 322 将断层图像呈现(图 6A 中的 600)在显示器 430 上,示出 ROI16(步骤 410)。断层图像 600 可以从多个断层图像中选择,例如图 2 中所示的图像和 32。在所图示的范例中,断层图像 600 为轴向断层图像。

[0044] 医师在所显示的图像 600 上选择在支气管 14 内接近 ROI16 的控制点,类似于在传统规划方法中识别线索 91。医师可以,例如,通过操控鼠标,将十字线移动到图像线索 91,然后用鼠标点击选择图像线索 91 作为所述图像控制点。

[0045] 响应于针对所述控制点的所述医师的选择行为,程序指令 322 定义控制点 610 在断层图像 600 上所指示的位置(步骤 420)。控制点 610 为所述断层图像中的体素,其对应于位于断层图像 600 的平面上的三维空间中的点。

[0046] 所述程序指令呈现以控制点 610 为中心的新图像(步骤 430)。亦即,视场被转换为使控制点 610 在显示器 340 上居中。

[0047] 响应于用户输入,程序指令 322 调节关于控制点 610 的视角,以呈现新图像 602,其示出体腔(支气管)的纵切面(步骤 440),如在图 6B 中所示。所述医师可以使用键盘上的箭头键(未示出)或鼠标指针(未示出)(它们被可操作地连接到处理器 310),以(例如)关于固定的控制点 610,左右和上下旋转视场。响应于该输入,处理器 310 可以计算并以所述新视角,在显示器 340 呈现对应于所述 3D 图像空间的截面的图像 602。在该角度,所述支气管气道表现为两个较亮区域(支气管壁) 14B 之间的暗通道 14A。

[0048] 医师在支气管气道 14 中识别第二点,如在图 6C 中所示。所述医师可以,例如,通过操控鼠标将十字线移动到所述气道中接近所述显示器的所述视场边缘的点,然后用鼠标点击选择所述十字线处的点为第二点 620。

[0049] 响应于该第三输入,程序指令在所述支气管内的规划路径上在所指示的所述十字线所定位的体素上定义第二点 620 (步骤 450)。

[0050] 在所述规划路径上定义了控制点 610 和第二点 620 之后,所述程序指令创建连接控制点 610 与第二点 620 的路径分割 630 (步骤 460)。使用成本分析在气道 14 内创建路径分割 630,如将在下文更详细描述。

[0051] 一旦创建了路径分割 630,将第二点 620 在如图 7A 中所示的所述显示器的视场中置中(步骤 464),并且第二点 620 被重新定义为新控制点 610A (步骤 470)。如果新控制点 610A 是所述规划路径的开始点,例如所述患者的气管,则所述医师能提供输入,以指示所述路径完成,并且所述程序指令停止(步骤 480)。

[0052] 所述程序指令可以通过监测所述用户输入测试完成(步骤 475),或者如果在预定时段为接收到输入可以计时超时,或者可以使用任意其他合适的完成度测试。

[0053] 如果所述路径未完成,则程序指令 322 重复以下步骤:调节所述视角,以提供示出气道 14A 横截面 702 (步骤 440),如在图 7B 中所示;识别新的第二点 620A (步骤 450),如在图 7C 中所示;创建新路径分割 640 (步骤 460),如在图 7C 中所示;置中新第二点 620A,以提供新图像 800,如在图 8A 中所示;并且将新的第二点 620A 定义为第三控制点 610B (步骤 470),直到所述路径完成。

[0054] 如在图 8C 中所示,如果所述路径在第三控制点 610B 未完成,则再次调节所述视角,以提供示出气道 14A 的横截面 802 (步骤 440)。然后,定义第三第二点 620B (步骤 450),并且生成连接第三控制点 610B 到第三第二点 620B 的第三路径分割 650 (步骤 460)。

[0055] 任选地,程序指令 322 可以在显示器 340 上将所述患者的支气管树呈现为三维表示,具有如图 6D、7D 和 8D 中所示指示所述支气管树上的路径分割 630、640、650。

[0056] 图 5 为根据本发明的实施例的用于延伸连接所述控制点与所述第二点的规划路径的方法的流程图。程序指令 322 包括用于动态搜索在所述规划路径上定义的两个点之间的路径候选的程序指令。所述程序指令将边界问题(寻找气道壁内部的路径)简化为使用基于梯度相关特征的成本函数的图形搜索。

[0057] 二维图像 600、602、700、702、800、802 每个均由单一层的体素(表示三维空间里的点的图片元素)构成。所述规划路径上的体素被定义为路径元素 P,并且每个路径元素 P 均被建立在前一路径元素上,以使用控制点 610 为起点形成路径分割 630、640、650。通过比较针对八个相邻体素 r 中的每个的局部成本 l 来确定三个新的路径元素 P。路径元素 P 以及其八个相邻体素 r 形成邻域 N。每个相邻体素 r 均为候选路径元素。

[0058] 控制点 610、610A、610B 被定义为图像路径元素(步骤 461)。程序指令 322 确定针对相邻体素 r 的成本属性(步骤 462)。所述成本属性为图像中的体素的梯度相关特征。根据本发明的各个实施例,成本属性包括以下中的一个或多个的函数:相邻体素的光强 $f_I(r)$ 、相邻体素的邻域的光强的平均值 $f_\mu(r)$ 、相邻体素的邻域的光强的标准偏差 $f_\delta(r)$ 、以相邻体素为中心并且与支气管壁相交的最小圆环的半径 $f_R(r)$ 。

[0059] 额外地,成本属性可以包括路径元素 P 与相邻建议路径元素 r 之间的相似度的函数。例如,成本元素可以包括强度的相似度的函数 $f_{II}(p, r)$,以及以路径元素 P 为中心的最小圆环的半径与以建议路径元素 r 为中心的最小圆环的半径的相似度的函数 $f_{RR}(p, r)$,其中

$$[0060] \quad f_{II}(p, r) = |I_p - I_r| \quad (1)$$

$$[0061] \quad f_{RR}(p, r) = |R_p - R_r| \quad (2)$$

[0062] 所述成本属性可以还包括减少所述规划路径折回到其自身的可能性的特征的函数 $f_D(r)$ 。在该函数中, f_D , 前一路径元素体素将具有比其他相邻体素更高的值。

[0063] 取决于具体属性,可以针对相邻所述前一路径元素 P 的每个体素,测量和/或计算所述成本属性。

[0064] 所述程序指令接收用户供应针对每个各自的成本属性的加权因子 w_I 、 w_μ 、 w_δ 、 w_R 、 w_{II} 、 w_{RR} 、 w_D (步骤 463)。医师可以在路径规划时选择加权因子,或者所述因子可以被存储在基于针对特定应用优化的集合中,并且被选择为用想要的应用识别的集。所述应用可以为支气管树中 ROI14 所定位的特定部分、支气管镜的款式、其他相关应用细节或它们的组合。此外,加权因子的集合可以为针对所述具体应用得出的经优化的值。

[0065] 程序指令 322 针对最近路径元素 P 的每个相邻体素 r 执行成本分析,以计算用于将 r 链接到 P 的局部成本 $L(p, r)$ (步骤 464),其中:

[0066] $L(P, r) = w_I f_I(r) + w_\mu f_\mu(r) + w_\delta f_\delta(r) + w_R f_R(r) + w_{II} f_{II}(P, r) + w_{RR} f_{RR}(P, r) + w_D f_D(P, r)$ (3) 将具有最低成本值的相邻体素 r 定义为下一路径元素 $P_{\text{下一个}}$,并将其链接到前一路径元素 P ,以延伸路径分割 630、640、650 (步骤 465)。

[0067] 将所述下一路径元素 $P_{\text{下一个}}$ 与第二点 620、620A、620B 进行比较,以确定路径分割 630、640、640 是否已到达第二点 620、620A、620B (步骤 466)。

[0068] 如果下一路径元素 $P_{\text{下一个}}$ 不是第二点 620、620A、620B (步骤 466 的 N 分支),则程序指令 322 确定下一路径元素 $P_{\text{下一个}}$ 的相邻体素的成本属性(步骤 462),接收加权因子(步骤 463),执行针对相邻所述下一路径元素 $P_{\text{下一个}}$ 的所述体素的新成本分析(步骤 464),定义最低成本相邻元素 r 为下一路径元素 $P_{\text{下一个}2}$,并且将该下一路径元素 $P_{\text{下一个}2}$ 与第二点 620、620A、620B 进行比较,以确定路径分割 630、640、640 是否已到达第二点 620、620A、620B (步骤 466)。重复该循环(步骤 462 至 466),直到下一路径分割为所述第二点(步骤 466 的 Y 分支)。

[0069] 如果路径分割 630、640、650 已到达第二点 620、620A、620B (步骤 466 的 Y 分支),则程序指令 322 在显示器 340 上的 2D 图像 6C、7C、8C 上,将连接控制点 610、610A、610B 与第二点 620、620A、620B 的新生成的路径分割呈现为候选路径分割(步骤 467)。

[0070] 医师可以同意所述候选路径分割或不同意它。医师可以通过鼠标点击,或任意其他适当的输入手段,输入他/她的同意/不同意。程序指令 322 确定其是否已接收到同意

(步骤 468)。如果程序指令 322 接收到同意(步骤 468 的 Y 分支),则程序指令 322 生成所述路径分割(步骤 469),并且在显示器 430 的视场中置中所述第二点(图 4 中的步骤 464)。

[0071] 如果所述候选路径分割未被同意(步骤 468 的 N 分支),则程序指令 322 再次在控制点 610、610A、610B 开始(步骤 461),并使用成本分析来生成新候选路径分割(步骤 462-469)。在所述新成本分析中,可以由医师或所述程序指令改变所述加权因子,并且可以通过加上和 / 或减去成本属性来改变所述成本属性。

[0072] 本发明可以采取被编码在有形介质上的程序指令的形式。这样,本发明可以为整体上的硬件实施例、整体上的软件实施例或包括硬件与软件要素两者的实施例。在示范性实施例中,本发明在软件中得以实施,所述软件包括但不限于固件、常驻软件、微代码等等。

[0073] 此外,本发明可以采取可以从计算机可用或计算机可读介质访问的非易失性计算机程序产品的形式,所述介质提供程序代码,用于由计算机或任意指令运行系统或设备使用,或者与计算机或任意指令运行系统或设备连接。出于本说明的目的,计算机可用或计算机可读介质可以为能包含或存储程序的任意装置,所述程序用于由所述指令运行系统、装置或设备使用,或者与所述指令运行系统、装置或设备连接。

[0074] 前述方法可以通过这样的程序产品得以实现,所述程序产品包括具有机器可执行程序指令的机器可读介质,所述指令在被诸如计算机的机器运行时执行所述方法的步骤。该程序产品可以被存储在各种已知的机器可读介质中的任一种上,包括但不限于光盘、软盘、USB 存储器设备等等。

[0075] 所述介质可以为电子的、磁性的、光学的、电磁的、红外的,或半导体系统(或装置或设备)。计算机可读介质的范例包括半导体或固态存储器、磁带、可移除计算机软盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、硬磁盘和光盘。目前光盘的范例包括光盘-只读存储器(CD-ROM)、光盘-读写(CD-R/W)和 DVD。

[0076] 前文的描述以及附图均意图为示例性的,并且不是对本发明的限制。本发明的范围旨在涵盖对所附权利要求的最大范围的等价变型与配置。

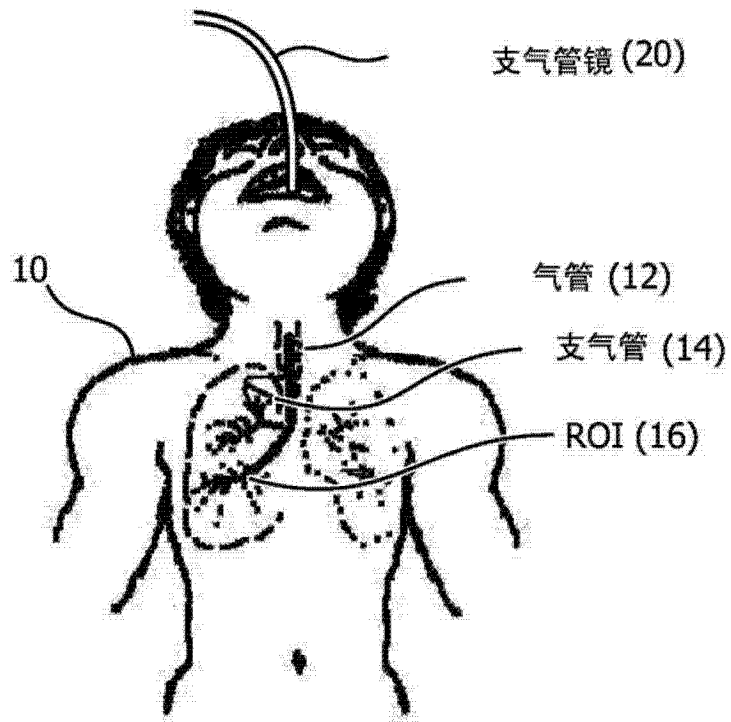


图 1

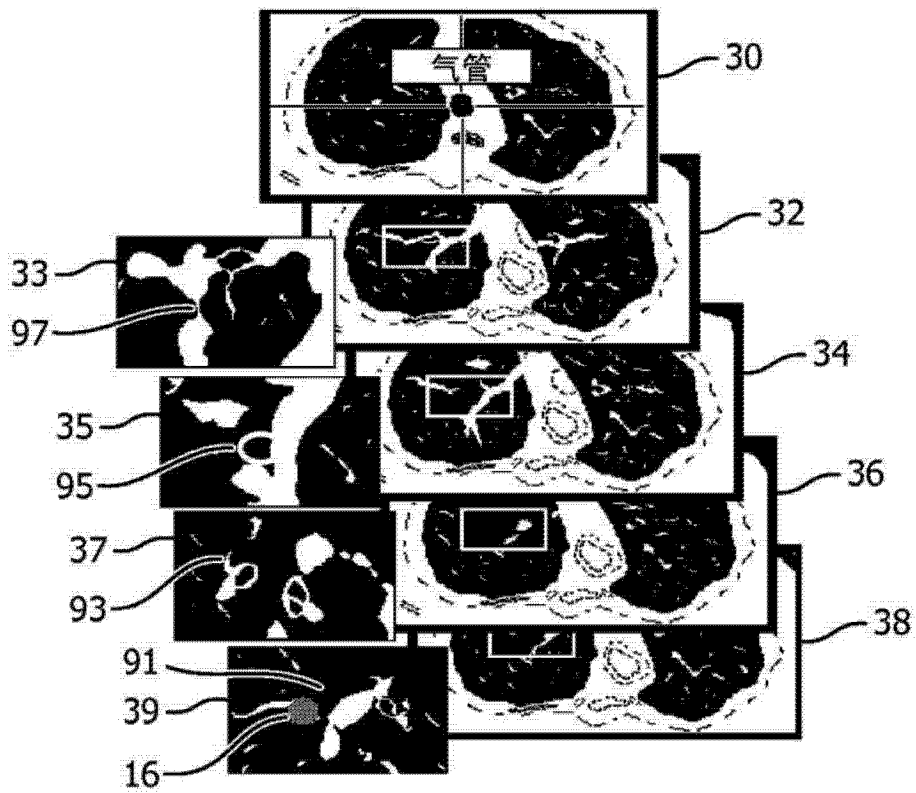


图 2

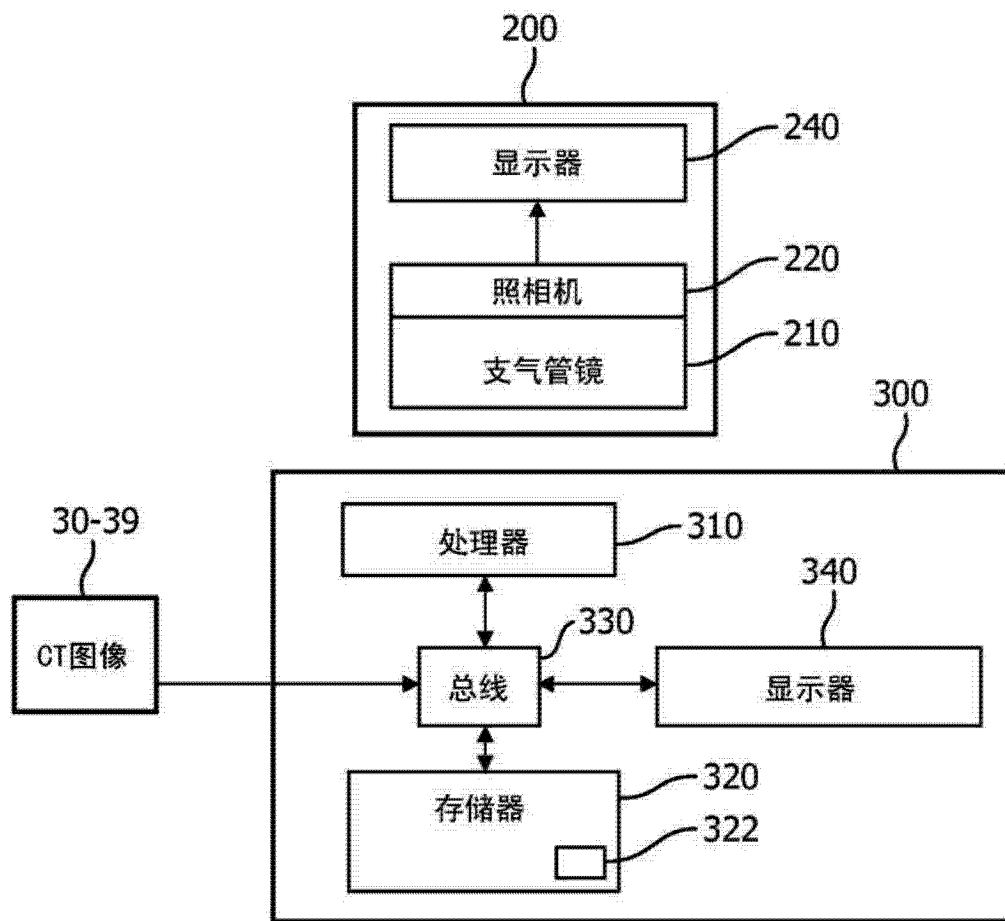


图 3

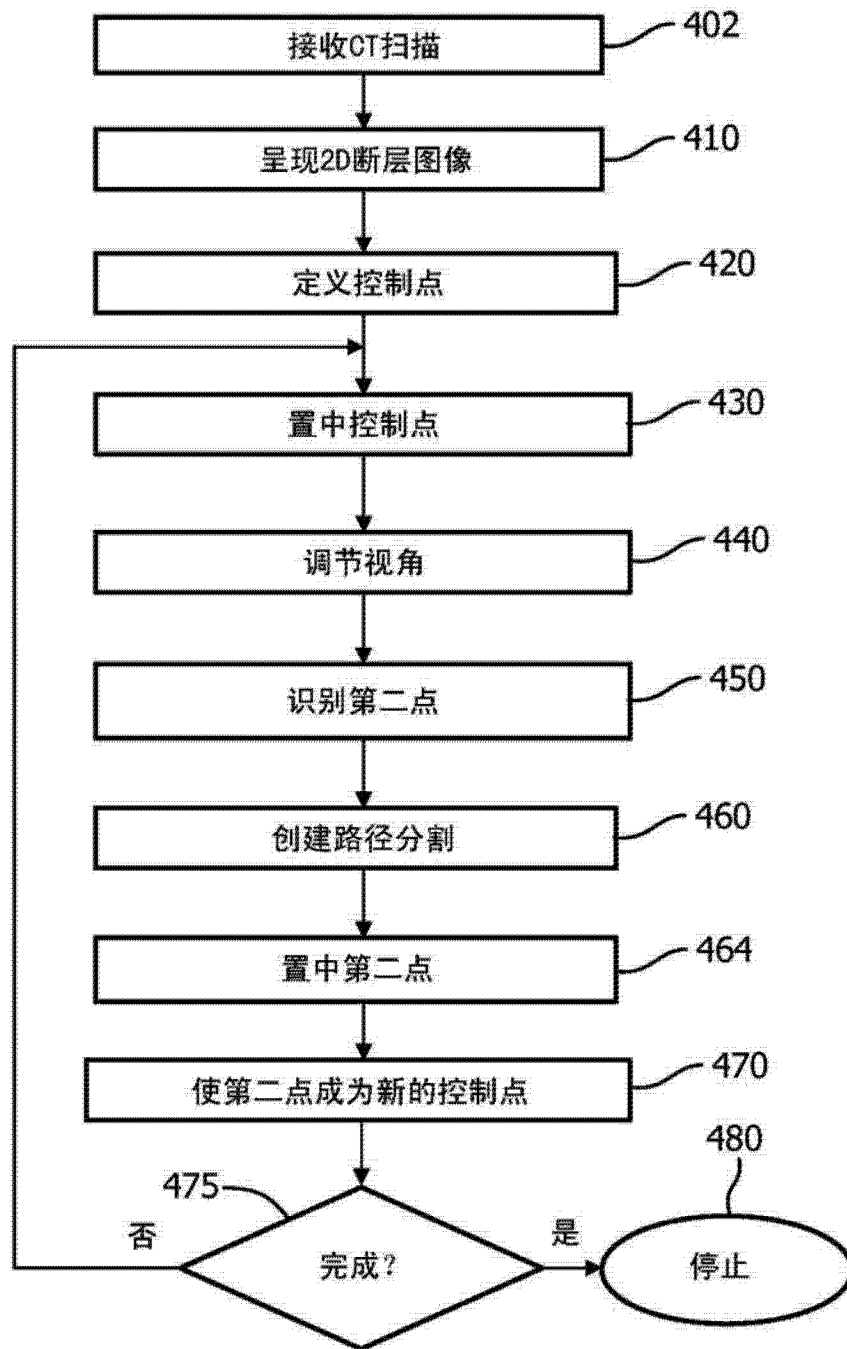


图 4

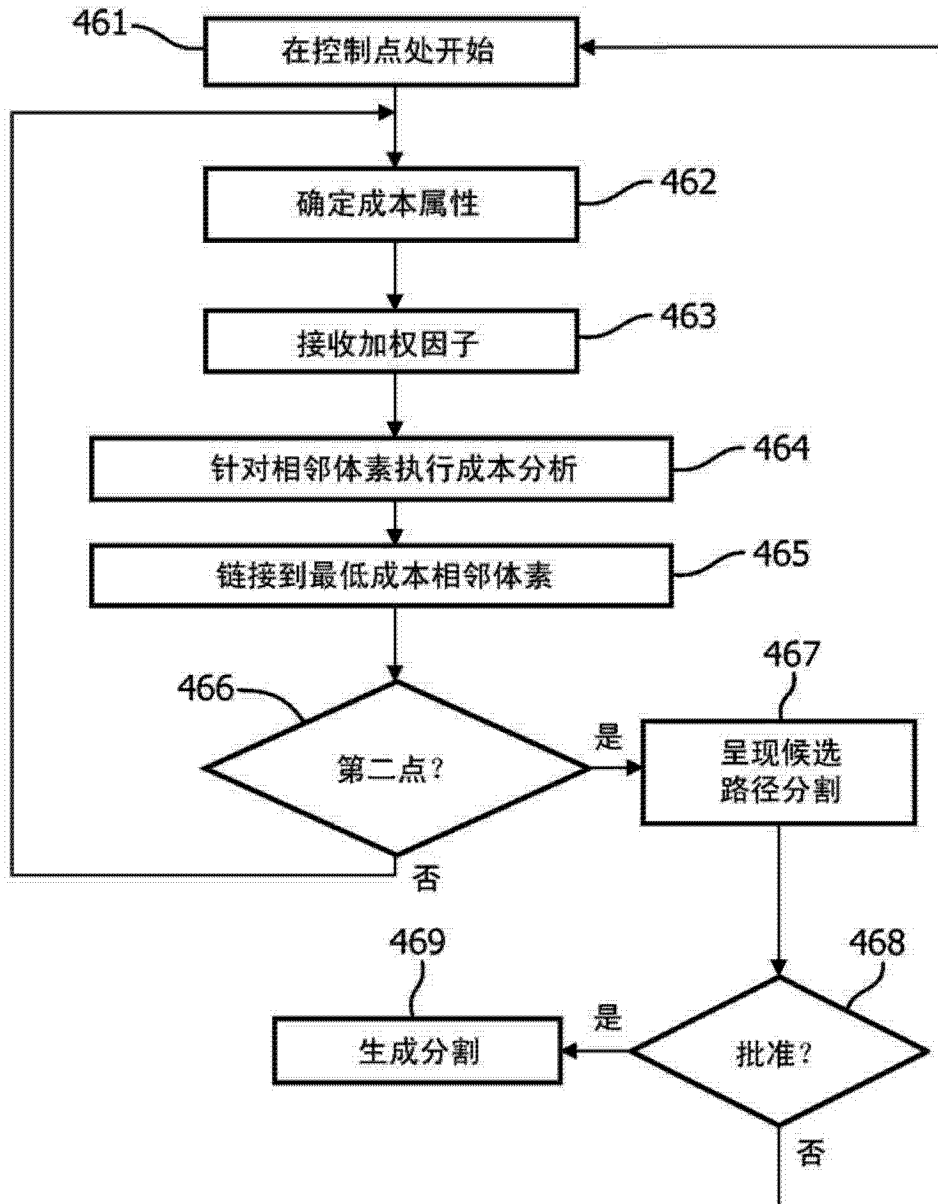


图 5

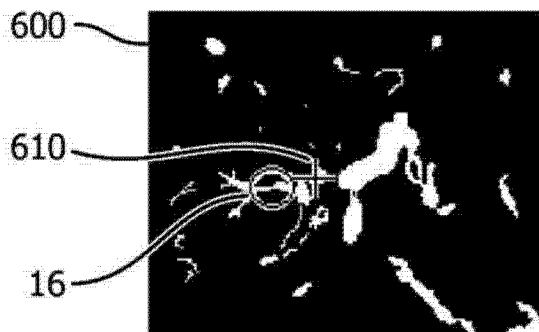


图 6A

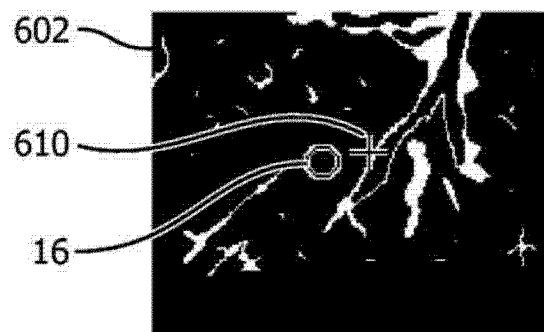


图 6B

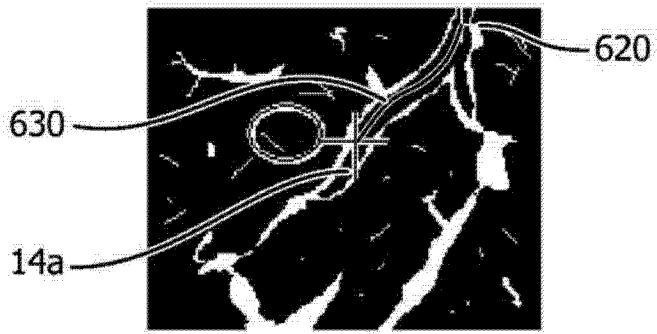


图 6C

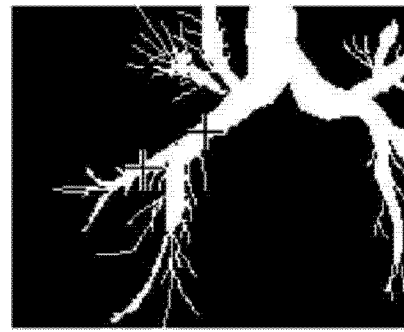


图 6D

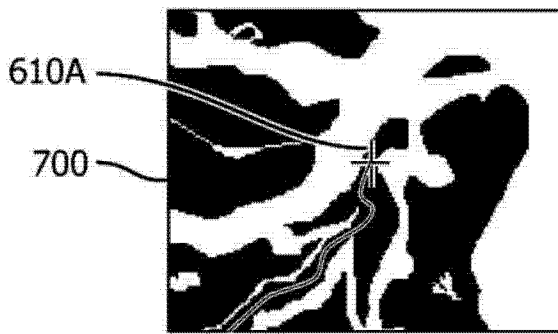


图 7A

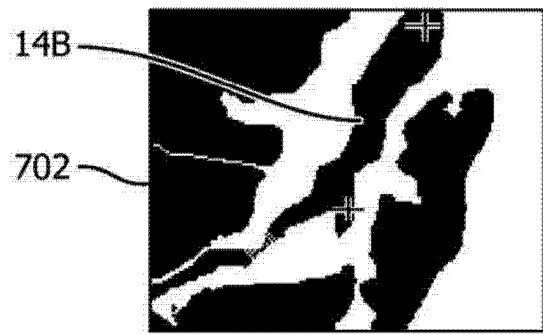


图 7B

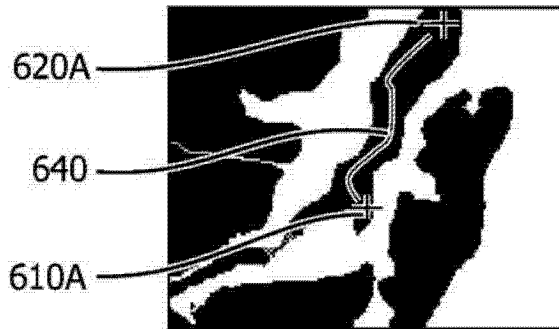


图 7C

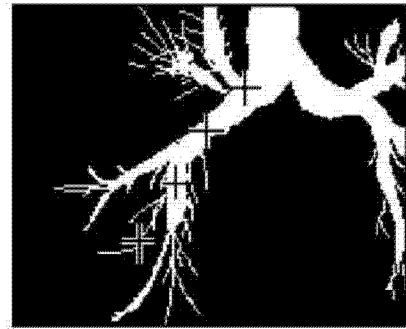


图 7D

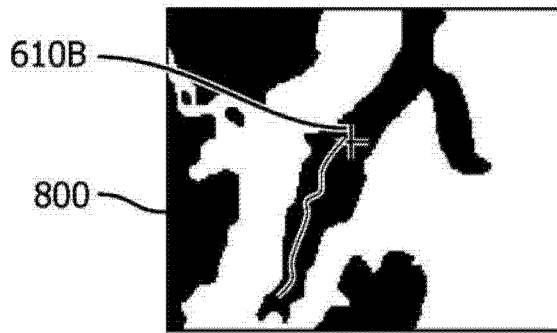


图 8A

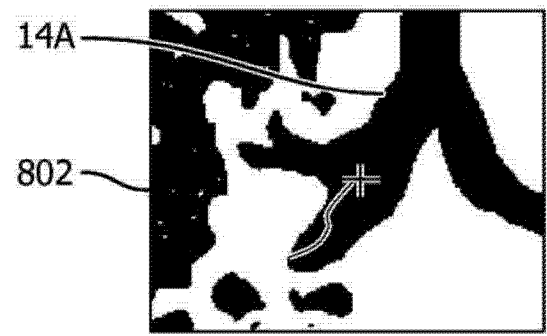


图 8B

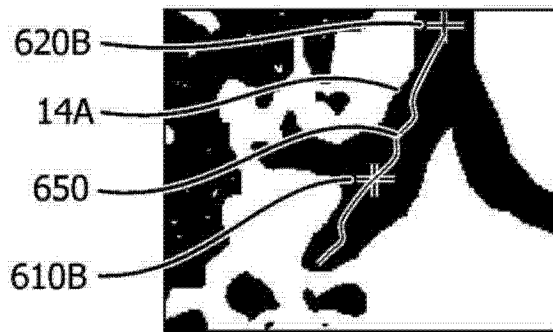


图 8C

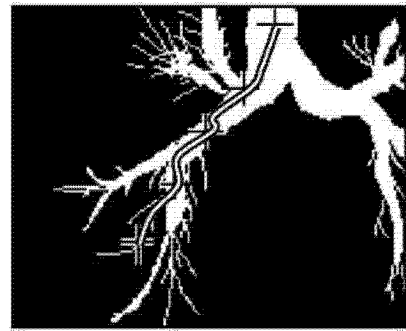


图 8D

专利名称(译)	用户操纵的即时路径规划		
公开(公告)号	CN103649996A	公开(公告)日	2014-03-19
申请号	CN201280033938.2	申请日	2012-05-04
[标]申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦有限公司		
[标]发明人	K·卢 R·维姆科		
发明人	K·卢 R·维姆科		
IPC分类号	G06T7/00 G06T19/00 A61B1/267		
CPC分类号	A61B5/066 A61B10/02 G06T7/0093 A61B19/5244 A61B1/0005 A61B1/2676 G06T2207/10081 G06T7/0012 G06T19/003 A61B19/50 A61B6/032 A61B1/0002 G06T2207/30061 G06T2219/028 G06T2207/20072 G06T2210/41 G06T2207/30172 A61B1/00009 A61B34/10 G06T7/162		
代理人(译)	王英 刘炳胜		
优先权	61/484479 2011-05-10 US		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

提供一种方法、系统和程序产品，用于在图像引导的内窥镜程序中的用户操纵的即时路径规划，包括：在显示器上呈现来自术前CT扫描的示出感兴趣区域的2D断层图像；响应于第一用户输入，在患者体腔内的所述2D断层图像上定义控制点；置中所述控制点；响应于第二用户输入而关于所述控制点调节视角以示出所述体腔的纵切面；响应于第三用户输入而在所述体腔内的规划路径上识别第二点；延伸连接所述控制点与所述第二点的规划路径；将所述第二点重新定义为新控制点；以及重复所述呈现、调节、识别、延伸和所述重新定义的步骤，直到所述规划路径到达所述患者体内的程序起点。

