



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109788927 A

(43)申请公布日 2019.05.21

(21)申请号 201780058488.5

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司  
72002

(22)申请日 2017.09.22

代理人 李光颖 王英

(30)优先权数据

16190262.2 2016.09.23 EP

(51)Int.Cl.

A61B 6/00(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

A61B 34/10(2016.01)

2019.03.22

G06T 15/00(2011.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2017/073973 2017.09.22

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/055068 EN 2018.03.29

(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 P·M·米勒坎普

W·E·P·范德斯特伦

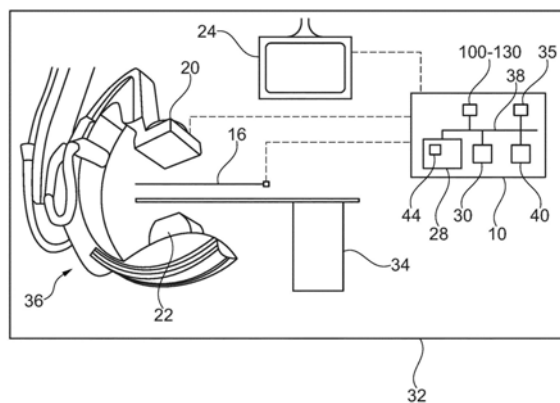
权利要求书3页 说明书16页 附图6页

(54)发明名称

用于规划注射点的位置的体积呈现

(57)摘要

提供了将感兴趣区域可视化并且规划用于医学流程的至少一个注射点的位置。用于感兴趣区域的成像数据的至少一个体积被接收。获得至少一个虚拟注射点。至少一个注射点指示用于至少一个注射的血管的网络中的位置。第一绘制模块和第二绘制模块被控制为构建组合体积呈现，包括由第一绘制模块以相对低细节水平绘制的第一体积区域和由第二绘制模块以更高的细节水平绘制的第二体积区域。第一体积区域和第二体积区域是基于所述至少一个虚拟注射点来指定的。



1. 一种用于规划用于医学流程的至少一个注射点的位置的图像处理系统(10), 所述图像处理系统包括:

- 数据接收模块(100), 其被配置为接收针对感兴趣区域的成像数据的至少一个体积;
- 第一绘制模块(102) 和第二绘制模块(104), 其被配置为绘制成像数据的所述至少一个体积;

- 处理模块(106), 其被配置为获得至少一个虚拟注射点(307、420、420), 所述至少一个虚拟注射点指示血管的网络中用于注射的位置;

其中, 所述第二绘制模块以比所述第一绘制模块更高的细节水平来绘制成像数据;

其中, 所述处理模块被配置为控制所述第一绘制模块和所述第二绘制模块以构建组合体积呈现, 所述组合体积呈现包括由所述第一绘制模块绘制的第一体积区域和由所述第二绘制模块绘制的处于所述更高的细节水平处的基于成像数据的第二体积区域, 并且

其中, 所述处理模块被配置为基于所述至少一个虚拟注射点来指定所述第一体积区域和所述第二体积区域。

2. 根据权利要求1所述的图像处理系统, 包括用户接口模块(108), 所述用户接口模块被配置为接收对所述至少一个虚拟注射点的用户选择; 和/或

其中, 所述第二体积区域被定位在所述至少一个虚拟注射点相对于所述血管的网络中的血流的方向的下游的所述组合体积呈现中。

3. 根据权利要求1或2所述的图像处理系统, 其中, 所述数据接收模块被配置为接收双相计算机断层摄影成像数据, 所述双相计算机断层摄影成像数据包括动脉相成像数据和延迟相成像数据, 其中, 所述处理模块被配置为将所述动脉相成像数据与所述延迟相成像数据进行配准, 并且其中, 所述第一绘制模块被配置为绘制所述动脉相成像数据并且所述第二绘制模块被配置为绘制经配准的动脉相成像数据和延迟相成像数据。

4. 根据权利要求1、2或3所述的图像处理系统, 其中, 所述第一绘制模块和所述第二绘制模块被配置为在成像数据的相同体积上进行操作, 但是以不同的细节水平来绘制所述成像数据, 和/或

其中, 所述第二绘制模块以比所述第一绘制模块更高的空间分辨率来进行绘制; 和/或

其中, 绘制选择模块被提供, 所述绘制选择模块被配置为允许用户选择所述第一绘制模块和所述第二绘制模块中的至少一个绘制模块的至少一个视觉方面。

5. 根据任一前述权利要求所述的图像处理系统, 其中, 所述处理模块被配置为基于接收到的添加至少一个虚拟注射点、删除至少一个虚拟注射点或者移动至少一个虚拟注射点的命令来获得至少一个经调整的虚拟注射点, 并且其中, 所述处理模块被配置为控制所述第一绘制模块和所述第二绘制模块以构建经调整的组合体积呈现, 所述经调整的组合体积呈现包括基于所述至少一个经调整的虚拟注射点指定的分别由所述第一绘制模块和所述第二绘制模块绘制的第一体积区域和第二体积区域。

6. 根据任一前述权利要求所述的图像处理系统, 包括注射模拟模块(110), 所述注射模拟模块被配置为根据每个至少一个虚拟注射点来模拟注射区域, 其中, 所述处理模块被配置为基于所述注射区域来指定所述第一体积区域和所述第二体积区域; 并且

其中, 优选地, 所述模拟模块被配置为通过使用虚拟灌注算法处理成像数据的所述至少一个体积根据每个至少一个虚拟注射点来模拟所述注射区域, 所述虚拟灌注算法根据每

个至少一个虚拟注射点来估计注射材料灌注。

7. 根据权利要求6所述的图像处理系统,其中,所述处理模块被配置为基于所述模拟来构建包括突出显示的体积区域的所述组合体积呈现,所述突出显示的体积区域已经被图形地突出显示以指示通过从每个至少一个虚拟注射点的注射到达的组织。

8. 根据任一前述权利要求所述的图像处理系统,其中,所述处理模块被配置为基于所述至少一个虚拟注射点来确定注射区域并且确定所述注射区域的近邻区域中的所有非注射血管,并且其中,所述处理模块被配置为控制所述第一绘制模块和所述第二绘制模块以构建所述组合体积呈现,使得所述第二体积区域包括所述注射区域和非注射区域。

9. 根据任一前述权利要求所述的图像处理系统,包括:

i) 分割模块(112),其被配置为从所述成像数据分割病变,并且其中,所述处理模块被配置为在所述组合体积呈现中图形地突出显示所述病变;和/或

ii) 自动馈送体确定模块(114),其被配置为确定到病变的至少一条馈送体血管,其中,所述处理模块被配置为图形地突出显示沿着所确定的到所述病变的所述至少一条馈送体血管的馈送体路径。

10. 根据任一前述权利要求所述的图像处理系统,包括:

-自动注射构件路径确定模块(128),其被配置为获得对注射设备进行馈送的导管的远端的位置,并且自动地确定通过所述血管的网络的从所述导管的远端的所述位置到所述虚拟注射点的注射构件路径,其中,所述处理模块被配置为在所述组合体积呈现中图形地突出显示所述注射构件路径;和/或

-自动虚拟注射点确定模块(118),其被配置为基于根据成像数据的所述至少一个体积获得的病变的位置和到所述病变的路径来自动地确定所述至少一个虚拟注射点,并且其中,所述处理模块被配置为基于自动地确定的所述至少一个虚拟注射点来指定第一体积区域和第二体积区域。

11. 一种成像系统,包括:

-根据任一前述权利要求所述的图像处理系统;以及

-成像机器(36),其用于获得与成像数据的所述至少一个体积对应的断层摄影成像数据。

12. 一种医学系统(32),包括:

-经动脉导管栓塞设备(16),其被配置为导航通过身体血管并且递送处置材料,所述处置材料包括病变的部位处的栓塞材料;以及

-以下中的至少一项:

根据权利要求11所述的成像系统;以及

根据权利要求1至10中的任一项所述的图像处理系统。

13. 一种用于规划用于经动脉栓塞流程的至少一个注射点的位置的方法,所述方法包括:

-获得至少一个虚拟注射点,所述至少一个虚拟注射点指示血管的网络中用于对包括栓塞材料的处置材料进行注射的位置;并且

-控制第一绘制模块和第二绘制模块以构建组合体积呈现,所述组合体积呈现包括由所述第一绘制模块绘制的第一体积区域和由所述第二绘制模块绘制的第二体积区域;

其中,所述第二体积区域是以比所述第一体积区域更高的细节水平来绘制的;并且其中,所述第一体积区域和所述第二体积区域是基于所述至少一个虚拟注射点来指定的。

14. 一种计算机程序单元,适于实施根据权利要求1至12中的任一项所述的图像处理系统或者适于当由至少一个处理器运行时执行根据权利要求13所述的方法的步骤。

15. 一种存储有根据权利要求14所述的程序单元的计算机可读介质。

## 用于规划注射点的位置的体积呈现

### 技术领域

[0001] 技术领域总体上涉及通过体积呈现对感兴趣区域的可视化并且规划注射点的位置。具体地,体积呈现允许用于经动脉导管栓塞流程的注射点的规划。

### 背景技术

[0002] 被称为经动脉导管栓塞 (TACE) 的技术被用于通过微创模块将癌症处置直接递送到肿瘤。化学治疗药物和栓塞材料的组合被用于阻挡 (栓塞) 对肿瘤的血供应。

[0003] TA (C) E 流程通常在“血管造影-适合 (angio-suit)”中执行。通过刺穿右侧腹股沟中的股总动脉或者手腕中的桡动脉,导管通过要处置的区附近的动脉系统来引导。

[0004] 此处,微导管在供应肿瘤的适当的远端动脉中被引导,其中,药剂被推送到肿瘤中。该 (超级) 选择性栓塞被完成以使被引导到肿瘤的化学治疗/栓塞剂的量最大化并且使能够损伤正常组织的治疗材料的量最小化。

[0005] TA (C) E 例程的成功的重要方面是所有肿瘤的检测、利用治疗药物对检测到的肿瘤的全部覆盖、所有馈送动脉的栓塞、限制损伤正常组织 (尤其是肝组织) 的优化选择性。期望利用最佳选择性来优化用于全馈送体 (feeder) 栓塞和病变覆盖的 (一个或多个) 注射。

[0006] 肿瘤馈送血管和薄壁组织空间的最佳可视化对于确定用于 (化学) 栓塞药物递送的导管位置和注射参数是重要的,并且最终可以影响处置结果。

[0007] C型臂锥形射束计算机断层摄影 (CBCT) 的开发已经极大地帮助肿瘤的检测和可视化。双相锥形射束CT的引入已经导致肝肿瘤的检测中的增加。

[0008] 在“Evaluating tumors in transcatheter arterial chemoembolization (TACE) using dual-phase cone-beam CT” (Minimally Invasive Therapy&Allied Technol. 2011年9月;20 (5) :276-281, doi:10.3109/13645706.2010.536243) 中提供了双相CBCT的使用的描述。此处,C型臂锥形射束计算机断层摄影 (CBCT) 被用于在经导管动脉化疗栓塞 (TACE) 期间使肿瘤馈送血管和薄壁组织染色可视化。呈现了允许CBCT系统使用仅一个造影剂注射捕获两个相位的软件的可行性研究。软件使得能够采集两个顺序的背靠背CBCT扫描 (双相CBCT、DPCBCT), 因此肿瘤馈送血管和薄壁组织两者使用仅一个造影剂注射来采集。图像采集可以利用顺时针和逆时针C型臂旋转两者发生,这两个扫描的图像重建在这两个扫描的完成之后发生,并且这两个重建数据集并排显示。通过并排地显示扫描,软件允许同时电影观看。所公开的软件被认为允许关于肿瘤的数量和分布的经改进的信息。

[0009] 在切片呈现中跟随血管能够由于其不连续性而是麻烦的,其需要在浏览通过切片的同时的精神解释。3D体积呈现将是有利的,这是由于在一个视图中呈现了全部血管树分支结构。然而,高度详细体积呈现提供了视觉信息的超载并且能够是处理密集的,而较低的细节呈现可能不能够使所有病变/馈送体可视化。然而,最小细节能够影响处理以避免未来复发。

[0010] 因此,期望提供允许感兴趣区域中的结构 (诸如病变和馈送体) 以允许实际的实施方式的处理高效方式利用增加的准确度被识别的可视化技术。还期望提供允许在何处定位

注射点以最佳地处置病变的增强规划的可视化技术。

[0011] WO 2009/109887A1公开了一种管系统的图像的图像处理的方法。从特定管数据集收集管模型。用户可以选择介质的虚拟注射点,定义相对于虚拟注射点的方向,并且模拟在虚拟注射点处开始的介质的动态流。至少两幅动态图像被生成和显示,从而提供模拟介质流的三维可视化。

## 发明内容

[0012] 因此,能够需要提供一种使用于规划注射点的至少一个位置的成像数据的经改进和方便的方式。

[0013] 通常,本发明的实施例涉及组合体积呈现模式,其中,基于至少一个指示的注射点,在注射点后面的远端特征将借助于专用高细节注射体积绘制实施方式来增强。注射模拟可以基于来自至少一个指示的注射点的注射来运行。表示由注射达到的组织的体积的注射体积可以基于注射模拟来确定。组合体积呈现使用高细节体积绘制实施方式将注射体积可视化。

[0014] 本发明的目标由独立权利要求的主题解决;其中,其他实施例被包含在从属权利要求中。应当注意,本发明的以下描述的方面还适用于图像处理系统、成像系统、医学系统和计算机实施的方法以及计算机程序单元和计算机可读介质。

[0015] 提供了用于将感兴趣区域可视化并且规划用于医学流程的至少一个注射点的位置的方法、图像处理系统、系统和计算机程序。具体地,接收用于感兴趣区域的成像数据的至少一个体积。获得至少一个虚拟注射点。所述至少一个注射点指示用于至少一个注射的血管的网络中的位置。第一绘制模块和第二绘制模块被控制为构建组合体积呈现,所述组合体积呈现包括由第一绘制模块以相对低细节水平绘制的第一体积区域和由第二绘制模块以更高的细节水平绘制的第二体积区域。第一体积区域和第二体积区域是基于所述至少一个虚拟注射点来指定的。

[0016] 这样的组合体积呈现允许所述感兴趣区域的更详细体积针对相对于至少一个虚拟注射点的相关区域被显示并且针对其他区域的较低详细体积被显示,使得可以提供允许相对于所述至少一个虚拟注射点的相关区域中的结构(诸如病变和馈送体)的准确的识别的处理高效和用户直观的呈现。

[0017] 在实施例中,接收所述至少一个虚拟注射点的用户选择。因此,用户能够交互性地通过用户接口模块试验出不同的注射点以控制相对于所述虚拟注射点的特征的可视化。所述用户输入可以是通过体积呈现中的点的选择。

[0018] 所述第二体积区域被定位在所述至少一个虚拟注射点相对于血管的网络中的血流的方向下游的组合体积呈现中。因此,以细节增强方式查看相对于虚拟注射点的注射区。

[0019] 在实施例中,成像数据双相计算机断层摄影成像数据包括动脉相成像数据和延迟相成像数据。所述第一绘制模块绘制所述动脉相成像数据并且所述第二绘制模块绘制经配准的动脉相成像数据和延迟相成像数据。所述动脉相成像数据由所述延迟相成像数据增强并且能够示出比单相实施例中更清楚的相对于注射点的远端特征。

[0020] 第一绘制模块和第二绘制模块可以备选地在成像数据的相同体积上操作,但是以不同的细节水平绘制所述成像数据。与双相实施例相比较,该实施例允许配准和双相增强

处理被避免以减少处理要求。

[0021] 至少一个经调整的虚拟注射点可以基于接收到的命令来获得,所述接收到的命令用于添加至少一个虚拟注射点,删除至少一个虚拟注射点或者移动至少一个虚拟注射点。第一绘制模块和第二绘制模块被控制以构建经调整的组合体积呈现,所述经调整的组合体积呈现包括基于至少一个经调整的虚拟注射点指定的、分别由第一绘制模块和第二绘制模块绘制的第一体积区域和第二体积区域。因此,所述组合体积呈现可以通过改变至少一个虚拟注射点迭代地调整。组合呈现能够以高细节示出所述至少一个虚拟注射点下游的注射区并且所述注射区将根据虚拟注射点的选择来调整。这提供强大的规划工具。所述至少一个经调整的虚拟注射点可以是用户选择的。

[0022] 在实施例中,注射模拟模块模拟来自每个至少一个虚拟注射点的注射区域。组合呈现的第一体积区域和第二体积区域是基于所述注射区域来指定的。具体地,所述模拟模块能够基于注射模拟产生将成像数据的体积标记为由来自每个至少一个虚拟注射点的注射达到的体积图,从而导出所述注射区域。由所述第一绘制模块绘制的区和由所述第二绘制模块绘制的区可以基于所述体积图来指定。基于注射模拟的方案提供处理高效、但是有效的方式来示出组合体积呈现中的注射区域并且因此适当地区分组合体积呈现的高细节区和低细节区。

[0023] 在实施例中,通过使用根据每个至少一个虚拟注射点估计注射材料灌注的虚拟灌注算法处理成像数据的所述至少一个体积,根据每个至少一个虚拟注射点来模拟所述注射区域。示范性虚拟灌注算法基于编码所述数据中的任何位置距跟随血管的参考点的概率距离的测地线势能距离图的计算。所述概率距离是基于弧长距离和数学上支持跟随更密集成像数据的路径(即,从对比增强成像获得的成像数据中的血管)的势能项来确定的。这样的测地线势能距离图允许所述注射区域在没有所述成像数据的处理器密集分割的情况下被模拟。

[0024] 在实施例中,所述组合体积呈现被构建为包括已经图形地突出显示以指示由来自每个至少一个虚拟注射点达到的组织的突出显示的体积区域。所述突出显示的体积区域可以基于所述模拟。本公开的该特征允许候选注射的灌注结果的快速检查。

[0025] 以下特征提供可以以处理高效的方式改进用于医学流程(诸如栓塞流程)的注射点的评估和/或确定的另外的可视化选项。

[0026] 在实施例中,注射区域是基于所述至少一个虚拟注射点来确定的,非注射血管在注射区域的近邻区域中被确定。第一绘制模块和第二绘制模块可以构建所述组合体积呈现,使得所述第二体积区域包括所述注射区域并且非注射区域和/或非注射血管被图形地突出显示。这提供了用于选定的虚拟注射点未丢失导致所述注射区域周围定义的近邻区域中的病变的重要馈送体血管的操作的检查。近邻区域可以基于所述注射区域的定标器扩大来确定。非注射血管可以使用路径发现逻辑和近邻区域来发现。

[0027] 在实施例中,分割模块对来自所述成像数据的病变进行分割。所述病变可以在所述组合体积呈现中图形地突出显示。

[0028] 在实施例中,自动馈送体确定模块确定到病变的至少一个馈送体血管。沿着到所述病变的至少一个确定的馈送体血管的馈送体路径被图形地突出显示。所述馈送体路径可以使用路径发现算法来确定。

[0029] 在实施例中,自动注射构件路径确定模块获得馈送注射设备的导管的远端的位置并且自动地确定通过血管的网络从导管远端的位置到所述虚拟注射点的注射构件路径。所述注射构件路径在所述组合体积呈现中图形地突出显示。所述注射构件路径可以使用路径发现算法来确定。

[0030] 在实施例中,绘制选择模块允许用户选择第一绘制模块和第二绘制模块中的至少一个的至少一个视觉方面。以这种方式,所述组合体积呈现的详细区可以通过调节第二绘制模块的视觉设置来视觉地增强。

[0031] 在实施例中,自动虚拟注射点确定模块基于从成像数据的所述至少一个体积获得的病变的位置和到所述病变的路径自动地确定所述至少一个虚拟注射点。第一体积区域和第二体积区域基于自动地确定的至少一个虚拟注射点来指定。可以自动地确定到病变的路径。此外,可以自动地确定从导管到自动地确定的虚拟注射点的路径。以这种方式,用户可以仅仅选择所述成像数据的可视化中的病变和到所述病变的路径并且所述虚拟注射点可以自动地来确定。此外,双细节绘制可以基于自动地确定的虚拟注射点以及全部基于单个选择的从导管到虚拟注射点的路径的图形突出显示来确定。通过在本文中自动地确定,这意指所述特征使用适合的计算机算法通过基于计算机的数据处理来确定。

[0032] 在各种实施例中,所述第二绘制模块以比所述第一绘制模块更高的空间分辨率进行绘制。

[0033] 还公开了一种计算机程序单元,其适于实施如本文所公开的图像处理系统或者适于当由至少一个处理器运行时执行本文所描述的方法步骤。

[0034] 计算机可读介质已经存储有所述计算机程序单元。

[0035] 本发明的这些和其他方面将根据下文中所描述的(一个或多个)实施例而显而易见并且参考下文中所描述的(一个或多个)实施例得到阐述。

## 附图说明

[0036] 在下文中将结合以下附图描述示范性实施例,其中,相似附图标记指代相似元件,并且其中:

[0037] 图1是包括经动脉医学设备、成像机器、显示单元和图像处理系统的医学系统的示意图;

[0038] 图2是图像处理系统的模块的框图;

[0039] 图3是根据本文所公开的方法的第一实施例的用于处理源成像数据为组合体积呈现的数据流程图;

[0040] 图4是根据图3的那个的本文所公开的方法的经修改的实施例的数据流程图;

[0041] 图5是根据本公开的一系列体积呈现;

[0042] 图6图示了根据本公开的另外的体积呈现;并且

[0043] 图7图示了根据本公开的另一体积呈现。

## 具体实施方式

[0044] 以下详细描述实际上仅是示范性的并且不旨在限制应用和使用。此外,不旨在由前述技术领域、背景、简要概括或者以下详细描述中呈现的任何表达或者隐含理论限制。



[0045] 以下公开尤其参考TACE流程来提供(尤其用于肝肿瘤的栓塞)。然而,当前可视化和注射规划方法和系统的其他应用是可能的。

[0046] 图1是医学系统32的示意图,医学系统32包括体外成像机器36、图像处理系统10、显示单元24、医学设备16和患者支撑台34。

[0047] 成像机器36被配置用于生成被支撑在台34上的患者的成像数据。成像机器36包括探测器20和X射线生成器22。成像机器36被配置用于X射线成像。成像机器36可以被配置用于血管造影成像。成像机器36被配置用于生成三维成像数据。在特定实施例中,成像机器36是计算机断层摄影(CT)成像机器,具有C型臂配置,以及C型臂的一端处的探测器20和C型臂的另一端处的X射线生成器22。在特定实施例中,成像机器36是锥形射束计算机断层摄影成像机器(CBCT),其被配置用于运行双相CT测量以获得双相CBCT成像数据。

[0048] 图像处理系统10(诸如通用计算机)可操作地连接到成像机器36控制用于执行扫描以获得成像数据的成像机器36的操作并且处理来自成像机器36的成像数据。经处理的成像数据可以被呈现在医学系统32的显示单元24上。

[0049] 图像处理系统10包括至少一个处理器30。处理器30可操作地连接到存储器28。处理器30和存储器28可以通过总线38连接。处理器30可以是能够运行程序指令的任何设备,诸如一个或多个微处理器。存储器可以是任何易失性或非易失性存储器设备,诸如可移动磁盘、硬盘驱动器、CD、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)等。此外,处理器30可以被实现在通用计算机中。

[0050] 图像处理系统10包括图2中详细示出的多个模块100-130,以用于运行本文所描述的图像处理系统和方法,尤其是参考图3至图6。如本文所使用的,术语模块指代专用集成电路(ASIC)、电子电路、和运行一个或多个软件或者固件程序的处理器(共享、专用或者分组)和存储器、组合逻辑电路和/或提供所描述的功能的其他适合的部件。具体地,本文所描述的模块100-130包括至少一个处理器、存储器和被存储在存储器上以用于实施相对于模块100-130描述的各种功能和过程的计算机程序指令。尽管在本文中描述了用于特定功能的独立的模块100-130,但是这不排除集成拓扑结构。此外,所示的模块100-130可以划分为另外的子模块。模块100-130根据需要彼此通信以实施本文所描述的特征、过程和系统。

[0051] 显示生成模块40还通过总线38可操作地连接到处理器30。显示生成模块40被配置为利用处理器30生成用于显示单元24的图像的显示。显示生成模块40可以通过硬件、软件或其组合实施。显示生成模块40利用第一绘制模块102和第二绘制模块104和用于显示本文所描述的组体积呈现的其他模块(被示出在图2中)。显示生成模块40可以被包括为用于处理器30的编程指令并且被存储在存储器28上。显示单元24可以是适于呈现能够呈现医学图像的图形用户接口(GUI)的任何监测器、屏幕等。

[0052] 在所示的实施例中,成像机器36可操作地连接到处理器30。成像机器36获得成像数据;所述数据被提供到处理器30以用于处理从而经由显示生成模块40创建血管网络的感兴趣区域的三维体积呈现。三维体积呈现可以然后被呈现在显示单元24上。

[0053] 存储器28已经在其上编码了至少一个计算机程序44或者计算机程序单元44,从而提供可由处理器30执行以处理来自成像机器36的图像的指令。除用于处理成像数据以用于呈现在显示单元24上的计算机程序44之外,还提供了执行如本文所描述的感兴趣区域的组合三维体积呈现的计算机程序44,具体地参考图3和图4的数据流程图并且参考相对于图5、

图6和图7所描述的呈现和方法。

[0054] 图1公开了医学系统32,其包括:图像处理系统10;CBCT成像机器36,其用于获得CBCT成像数据;TACE设备,其用于在注射点处递送栓塞材料;跟踪系统35,其用于跟踪TACE设备16的参考部分(通常,远端)的位置;以及显示单元24,其用于显示组合三维体积呈现。图像处理系统10、CBCT成像机器36和跟踪系统35可以被认为包括在一般成像系统中。

[0055] TACE设备16包括导管(未分离地示出),所述导管能够导航通过血管网络从进入点到靶病变附近的位置。TACE设备16包括注射构件,所述注射构件可以从导管的远端延伸到注射点并且可以操作为注射栓塞材料。注射构件可以是被设置在递送导管内的微导管。栓塞材料可以包括血管封闭剂(诸如小珠和/或微球)以及任选地其他药物,诸如癌症处置药物和化学治疗剂。例如,TACE设备16可以操作为注射碘油、药物洗脱珠和钷-90放射性栓塞微球。

[0056] 跟踪系统35可以包括基于图像的跟踪系统,其中,二维导管尖端在实况荧光图像中自动地检测。通过将尖端位置投影在三维体积呈现上,可以建立尖端的三维位置。因此,本实施例的跟踪系统35允许通过图像分析技术自动建立TACE设备16(尤其是其导管)的参考点。

[0057] 根据本公开,医学系统32对于辅助TACE流程是有用的。TACE设备16可定位在感兴趣区域的靶部位处以便注射栓塞材料(以及任选地还有其他肿瘤处置药物,诸如化学治疗剂)来用于封闭到靶病变的血流。为了使附带损害最小化并且使病变处置最大化,成像机器36和图像处理系统10通过下面进一步描述的各种模块以及原位的TACE设备16是可操作的。本成像系统允许通过操作两个不同的传递函数的第一绘制模块102和第二绘制模块104(图2)生成组合体积呈现:低细节传递函数,其将候选注射点的近端的主要血管结构可视化;以及高细节传递函数,其将从注射点直到并且包括肿瘤区的小细节可视化。在一个实施方式中,低细节可视化基于动脉相体积并且高细节可视化基于由成像机器36所获得的双相成像数据的增强相位体积。候选注射点可以通过用户接口模块108(图2)进行用户选择或者通过自动虚拟注射点确定模块118(图2)自动地确定。可以选择超过一个虚拟注射点。虚拟注射点可以被添加、删除或者移动并且因此图像处理系统10将对显示的组合呈现进行调整。由本文所描述的组合呈现提供的两个细节水平为用于规划靶病变的处置的一个或多个注射点的对应的药剂注射的结果的用户提供处理高效的、增强的可视化。一旦规划通过使用本成像处理系统10被认为是令人满意,TACE设备可以对应地操作以在提出的注射点处注射栓塞材料,可能地通过使用通过跟踪系统35的成像引导。

[0058] 处理系统10的模块、由这样的模块运行的数据流和由本公开启用的可视化概率现在将参考图2至图7详细描述,同时继续参考图1的医学系统32。

[0059] 参考图2,图像处理系统10包括数据接收模块100,数据接收模块100被配置用于接收断层摄影成像数据。成像数据由成像机器36获得。断层摄影成像数据可以包括成像数据的第一体积和第二体积,包括双相成像流程的相应相位。备选地,图像处理系统10在没有双相流程的情况下进行操作,在这种情况下,成像数据的单个体积可以由数据接收模块100接收。成像数据包括这样的成像数据:覆盖感兴趣区域(诸如包括肝或其部分)、至少一个靶病变、血管网络中原位的并且在靶病变附近的TACE设备16的远端。对成像数据进行对比度增强,使得血管网络可以容易地与其他组织对比。成像数据由成像数据(布置在三维中的数据

点)的体素组成并且每个体素至少包括表示X射线辐射衰减(通常以亨氏单位(HU)测量的)的强度的值。

[0060] 图像处理系统10包括第一绘制模块102和第二绘制模块104。第一绘制模块102和第二绘制模块104执行已知的图像处理技术以根据用于由显示单元24显示的成像数据的三维体积绘制二维投影。由于绘制技术提供成像数据的三维体积的投影,因此被构建的三维体积的感觉被提供在显示单元24上。

[0061] 第一绘制模块102是比第二绘制模块104更低细节的绘制器。即,第一绘制模块102具有比第二绘制模块104更低细节的体素传递函数。具体地,第一绘制模块102对成像数据进行采样并且以比第二绘制模块104更低水平的空间分辨率绘制这样的成像数据。例如,第一绘制模块102可以以 $384^3$ 的低分辨率进行操作,并且第二绘制模块可以针对组织的相同体积以 $512^3$ 的较高分辨率进行操作。由成像机器36获得的成像数据可以在第二绘制模块104的较高分辨率处或者更高并且可以通过第一绘制模块102在较低分辨率处进行采样。备选地,成像数据可以通过一些采样模块来提供,使得成像数据以不同的空间分辨率(高和低)由数据接收模块接收,其由不同的绘制模块102、104使用以以不同的空间分辨率绘制成像数据。

[0062] 第一绘制模块102和第二绘制模块104具有不同的空间分辨率,并且可以额外地具有不同的绘制方法、对比度/亮度传递函数、颜色方案和/或白色空间速度优化方法。第一绘制模块102和第二绘制模块104可以允许绘制设置的视觉方面的独立控制(诸如用户控制),所述视觉方面包括对比度/亮度、绘制选项(梯度、最大强度投影、体积绘制和/或预集成体积呈现等)。用户可以能够控制选自对比度/亮度水平的第一绘制模块102和第二绘制模块104中的至少一个的至少一个视觉方面并且绘制方法包括最大强度投影、体积绘制和预集成体积呈现中的至少一个。用户可以通过如下文所描述的用户接口模块108控制第一绘制模块102和第二绘制模块104的绘制设置。

[0063] 第一绘制模块102和第二绘制模块104被配置用于通过利用帧缓冲器(未示出)通过显示生成模块40构建组合体积呈现。组合体积呈现具有构成由第二绘制模块104以较高分辨率绘制的投影的高细节区域和构成由第一绘制模块102以较低分辨率绘制的投影的低细节区域。较高细节投影和较低细节投影基于至少一个虚拟注射点来区别,如以下更详细地描述的。

[0064] 在一个实施例中,利用双相成像数据。即,成像数据的动脉相在造影剂注射之后的早期相处由成像机器36针对感兴趣区域被采集并且成像数据的延迟(薄壁组织增强)相在感兴趣区域的延迟相处针对感兴趣区域被采集。体积数据的早期相和延迟相由成像机器36通过时间间隔扫描操作来采集,延迟扫描在完成早期相扫描之后执行至少5或10秒。在这样的实施例中,第一绘制模块102被配置为绘制早期相成像数据,即,动脉相成像数据。此外,图像处理系统10包括双相配准模块120,双相配准模块120被配置为将成像数据的延迟相体积配准(翘曲)到成像数据的动脉相体积以便补偿患者/器官运动(例如,作为呼吸的结果)。图像处理系统10还包括体积增强模块122,体积增强模块122被配置为利用如由双相配准模块120配准的成像数据的延迟相体积执行成像数据的早期相体积的薄壁组织增强以产生成像数据的增强体积。即,动脉相体积将利用来自延迟相体积的延迟相软组织(肿瘤充盈)增强特征来扩展或者增强。第二绘制模块104被配置为绘制成像数据的增强体积。

[0065] 然而,设想了第一绘制模块102和第二绘制模块104在成像数据的相同体积上操作的较不复杂的实施例。在这样的实施例中,不需要提供双相配准和体积增强模块120、122。

[0066] 图像处理系统10包括双绘制组合模块124。双绘制组合模块124被配置为通过第一绘制模块102和第二绘制模块104控制成像数据的体积的绘制的顺序。具体地,双绘制组合模块124被配置为确定由第一绘制模块102和第二绘制模块104绘制的交叠区(像素)。双绘制组合模块被配置为控制绘制顺序,使得第一绘制模块102首先进行绘制,之后是第二绘制模块,但是对于所有交叠区(像素)而言,绘制顺序是反向的。已经发现,问题能够当高和低细节绘制组合时关于常规绘制顺序发生。体积通常借助于所谓的画家算法在后到前(关于查看方向)顺序绘制和构建。在画家算法中,第一绘制体积对着黑色背景混合。对于其中部分交叠第二体积的第一体积的那些体素而言,黑斑能够出现。由本公开提出的方案是标记二维模板缓冲器中的这些问题体素并且反转用于那些交叠位置的绘制顺序。模板逻辑操作在如Direct3D或OpenGL的图形库中是可用的。

[0067] 更详细地,以下步骤可以通过双绘制组合模块124内的模板控制实施以便在需要的情况下反转绘制顺序。让V10是由第一绘制模块102绘制的成像数据的体积并且V12是由第二绘制模块104绘制的成像数据的体积。首先,绘制V10,然后在绘制V12时设立模板控制以便基于缓冲器深度来确定交叠像素。使用指示定交叠像素的模板,绘制顺序反转,其中,存在通过首先绘制V12和然后绘制V10的交叠。

[0068] 图像处理系统10包括用户接口模块108,用户接口模块108允许各种用户控制和选择。用户接口模块108从输入单元(未示出)(诸如触摸屏设备)接收用户输入,所述输入单元可以包括显示单元24、鼠标、键盘、视频捕获手势控制等。范例用户输入可以是至少一个虚拟注射点的选择,所述至少一个虚拟注射点由图像处理系统10使用以确定要由第二绘制模块104绘制的区域和要由第一绘制模块102绘制的区域。至少一个虚拟注射点的选择可以通过定位感兴趣区域的所显示的体积呈现中的光标(尤其是通过选择馈送体血管中的点)完成。备选地,虚拟注射点可以是处理器选择的(即,自动地选择的),诸如通过下面更详细描述自动虚拟注射点确定模块118。用户接口模块108还可以允许至少一个靶病变的用户选择,诸如通过标记被呈现在显示单元24上的成像数据的二维切片的演替中的区。

[0069] 图像处理系统10包括注射模拟模块110。注射模拟模块110被配置为模拟来自至少一个虚拟注射点的注射并且尤其是来自至少一个虚拟注射点的注射材料的灌注。基于模拟注射,可以建模来自至少一个虚拟注射点的下游区域。下游区域被用于区分要以更高的细节水平绘制的区域和要以较低细节水平绘制的区域。

[0070] 在实施例中,注射模拟模块110被配置为在给定使用由数据接收模块100接收到的成像数据作为预测数据的至少一个预期虚拟注射点的情况下,实施虚拟薄壁组织灌注(VP)算法以逼近组织(例如,肝、感兴趣区域)中的远端血管区域。具体地,由模拟算法使用的成像数据是根据三维动脉锥形射束计算机断层摄影(CBCT)扫描导出的。在一个实施例中,模拟模块110从根据虚拟注射点(位置)(其可以是用户选择的)计算的血管驱动的测地线距离图提取血管区域。测地线势能图导致用于如由虚拟灌注算法所计算的每个体素的距离值。虚拟灌注算法包括偏置到用于造影剂注射(即,高强度)体素的低距离的势能项并且还倾向于降低在测地线方面更接近于参考点的体素的距离值。尽管在本文中详细描述了血管驱动的测地线势能算法,但是其他注射模拟算法可以被用于提取至少一个虚拟注射点远端(下游)

的至少一个领域或者区域,从其可以确定组合体积呈现的高细节部分与低细节部分之间的划分。

[0071] 计算测地线距离图的算法编码参考位置与最接近的血管之间的连接。参考位置通常被采取为导管上的位置(例如,导管的远端),如由跟踪系统35所确定的。使用的参考位置可以在造影剂采集期间TACE设备16的导管上某处。确切导管尖端位置是不重要的,只要其在导管上,所述导管在造影剂采集体积中是显著地可见的。因此,作为导管的远端的参考位置的描述仅仅是示范性实施例。在备选实施例中,参考位置可以通过用户接口模块108被用户选择的。在由测地线距离图定义的测地线度量的意义上,血管区域对应于预期注射点远端的区。与明确的血管分割算法相比较,这样的模拟方法是处理高效的。

[0072] 在一个实施例中,模拟模块110被配置为确定通常对应于如从造影剂成像数据可确定的导管的远端的参考导管点 $r$ 。模拟模块110被配置为使用成像数据和导管的远端处的参考位置计算测地线距离图。模拟模块110被配置为使用测地线距离图和至少一个虚拟注射点来提取至少一个血管区域。下面还描述了确定参考位置 $r$ 、计算测地线距离图和提取血管区域的步骤。处理模块106被配置为控制第二绘制模块104和第一绘制模块102基于所提取的至少一个血管区域来绘制双细节水平体积呈现。

[0073] 点 $r$ 用作随后的计算中考虑的参考位置,即,最近端注射点。

[0074] 血管驱动的测地线距离图被计算为编码从导管点 $r$ 到跟随血管的成像数据中的任何位置的距离。沿着或接近于血管的点被给定低测地线距离值,而血管外部的区导致大测地线距离。这样的测地线公式化可以被看作流体模拟的粗近似。

[0075] 跟随最小路径方法[6]来计算从 $r$ 到任何位置 $x$ 的测地线距离 $D_r(x)$  :

$$[0076] \quad D_r(x) = \inf_{C \in C_{r \rightarrow x}} \int_{\Omega} P(C(s)) ds \quad (1)$$

[0077] 其中, $C(s)$ 是从 $r$ 到 $x$ 的一组所有可能曲线 $C_{r \rightarrow x}$ 中的弧长 $s$ 的曲线,并且 $P(\cdot)$ 是势能项。测地线距离因此被获得作为将 $r$ 连接到 $x$ 的最小累积势能。

[0078] 势能被设计为支持成像数据的高密集区(诸如造影剂注射血管)。示范性势能函数是:

$$[0079] \quad P(x) = \left\{ 1 - \frac{\tilde{I}(x)}{1 + \|\tilde{I}(x)\|} \right\}^3 \quad (2)$$

[0080] 其对应于应用到启发式标准化图像强度 $\tilde{I}(x) = \frac{I(x) - M}{D}$ 的S形函数。均值 $M$ 和偏差 $D$ 可以经验地被设定为根据造影薄壁组织的典型的伪亨氏值周围的软阈值缩放S形,使得高密集造影注射血管获得正值。

[0081] 为了提取血管区域,使用测地线图,其编码三维成像数据内的血管驱动的连接性。对于任何位置 $x$ 而言,最小测地线路径可以追溯到导管点 $r$ 。类似地,能够定义虚拟注射点 $i$ 远端的血管区域 $T(i)$ ,其可以是用户提供的:

$$[0082] \quad T(i) = \{ x \mid D_r(x) \geq D_r(i), i \in C_{r \rightarrow x}^* \} \quad (3)$$

[0083] 其中, $C_{r \rightarrow x}^*$ 是从导管 $r$ 到 $x$ 的最小路径。该计算可以根据超过一个虚拟注射点 $i$ 执行以定义复合血管区域。

[0084] 给定预计算的测地线图,可以高效地执行任何血管区域的提取,从而允许预期注

射点的快速的交互式探索。

[0085] 模拟模块110被配置为输出具有这样的标签的映射体积:描述成像数据的体素中的哪些将由提出的至少一个虚拟注射达到并且这些体素的哪个子集将包含增强对比信息。具有增强对比强度值的体素的标记子集允许组合体积呈现突出显示将注射材料从至少一个虚拟注射点承载到病变的血管结构。薄壁组织中的虚拟灌注浸渍的总体区可以被用于确定由第二绘制模块104绘制的组合呈现的该部分。即,处理模块106被配置,使得如由注射模拟模块110所确定的提取的虚拟注射区域由第二绘制模块104绘制。在一个实施例中,第二绘制模块104绘制扩展体积,其包含动脉相体积成像数据加上第二相位特征,如来自延迟相体积成像数据的肿瘤充盈。

[0086] 图像处理系统10包括分割模块112,分割模块112被配置为基于经训练的对象模型将成像数据的三维体积(例如,动脉相体积)分割为骨骼(肋骨)体素并且可能地还有器官(肝、肾)标签。输出被维持在映射体积中,其中,对于每个体素而言,描述分割类型的标签被存储。分割模块112确定还能够确定感兴趣区域的分割体素标签的映射。感兴趣区域可以确定针对其他处理模块(诸如双相配准模块120和体积增强模块122)的边界。

[0087] 图像处理系统10包括图形模块126,图形模块126被配置为包括本文所描述的组合体积呈现中的图形突出显示。例如,可以添加以下图形突出显示中的任一个:病变区域、病变边界、导管参考点(例如,导管远端)、至少一个虚拟注射点、从导管远端到虚拟注射点的注射构件路径、从导管远端到不同的虚拟注射点的不同的注射构件路径、注射区域、来自至少一个虚拟注射点的注射流体灌注、用于来自不同的注射点的注射灌注的不同的突出显示、到病变的馈送体血管、到所确定的注射区域的近邻区域中的血管等。在包括多个图形突出显示的情况下,其可以以视觉上不同的方式呈现,诸如通过不同的着色。

[0088] 本文所公开的组合细节体积绘制允许以处理高效的方式在候选注射部位处的注射的(一个或多个)效应的增强可见性。此外,本公开提供了下面还将描述的多个呈现控制特征。

[0089] 用户接口模块108允许至少一个注射点通过选择体积呈现中的血管中的位置来交互式地插入和/或操纵。在虚拟注射点被插入之前的体积呈现可以通过第一绘制模块102以较低细节水平构建以提供清楚的、易于跟随用户的血管的呈现的方式。除注射体积区内的血管之外,来自虚拟注射点的注射体积区通过模拟模块110来计算。基于注射体积区域,组合呈现将通过采样(或者重新采样)成像数据来绘制,注射体积区由第二绘制模块104绘制从而以更高的细节水平使虚拟注射点远端的解剖特征清楚地可视化。在提出的方案中,仅注射轨迹上的血管和薄壁组织区被重新采样并且详细示出。

[0090] 图像处理系统10包括自动馈送体确定模块114,自动馈送体确定模块114被配置为基于与成像数据相关联的分割病变信息以及与成像数据相关联的导管位置(例如,远端)信息来确定到病变的馈送体血管。病变信息可以通过分割模块112或者通过用户接口模块108通过用户识别的病变信息而产生于自动化分割过程。具体地,用户可以通过在成像数据的切片的呈现的演替中的每一个中选择至少一个病变的边界。导管位置信息可以基于通过用户接口模块108或者通过基于造影剂成像数据所确定的自动化导管位置信息的用户输入。自动馈送体确定模块114可以实施路径发现算法(如本领域中已知的)以便找到从病变到导管的所有血管馈送体。具体地,路径发现算法可以操作利用病变轮廓来确定候选馈送体的

相交。馈送体是从对比增强成像数据可识别的。基于相交,计算并且向量化导管位置的连接性网络。所确定的馈送体血管可以通过图形模块126在组合呈现中图形地突出显示。

[0091] 图像处理系统10包括注射构件路径确定模块128,注射构件路径确定模块128被配置为确定从导管远端到虚拟注射点的路径。多个路径可以针对多个虚拟注射点被确定。注射构件路径确定模块128使用虚拟注射点位置上的信息,其可以通过用户接口模块108被用户决定的或者是通过自动化虚拟注射点确定模块118(下文所描述的)自动地决定的。注射构件路径确定模块128使用路径发现算法(例如,如上文所描述的)来确定从导管位置到虚拟注射点的相应路径。相应路径通过图形模块126以组合呈现图形地指示以便在定位用于将注射构件的远端定位在虚拟注射点的位置处的注射构件时引导用户。

[0092] 在实施例,注射构件路径确定模块128被配置,使得当虚拟注射点被添加到体积呈现时,由中心线表示的从导管到虚拟注射点的路径通过图形模块126计算并且图形地显示出在体积呈现中。这样做,以下注射点逻辑被实施。当添加的虚拟注射点在先前的虚拟注射点的中心线上时,与三维中心线表示的相交被用作新注射点位置。如果没有相交被发现并且血管树上的点被选择,那么第一绘制模块102借助于射线投射体积相交计算被探测。如果没有相交被发现,那么第二绘制模块104针对相交被测试。

[0093] 图像处理系统10包括自动虚拟注射点确定模块124,自动虚拟注射点确定模块124被配置为自动地确定至少一个虚拟注射点。具体地,用户能够通过用户接口模块108选择其体积呈现中的感兴趣区域中的目的地点(通常地病变内的目的地点)并且选择确定至少一个虚拟注射点的命令。自动虚拟注射点确定模块124与自动馈送体确定模块120通信以计算从用户选择的目的地点到导管位置的至少一个馈送体路径。自动虚拟注射点确定模块124被配置为沿着至少一个馈送体路径中的每个插入虚拟注射点,通常地在距用户选择的目的地点的预设距离(例如,1.5cm)处。预设距离可以通过用户接口模块108可进行用户控制的。此外,并且任选地,注射模拟模块110和处理模块106被配置为响应于自动地确定的虚拟注射点以两个细节水平产生组合呈现,其中,更高的细节水平和较低细节水平基于自动地确定的至少一个虚拟注射点来指定。以这种方式,至少一个虚拟注射点、从管的模拟灌注和从导管远端到每个虚拟注射点的至少一个馈送体路径可以以组合的双细节水平体积呈现以及相对低处理要求与目的地点的单个用户选择自动地确定并且图形地突出显示。

[0094] 以近邻模块130的形式在图2中示出了图像处理系统10的另一可能特征。近邻模块130被配置为缩放(扩大)要以高细节在组合呈现中示出的区。具体地,注射区可以根据由注射模拟模块110执行的注射模拟的结果导出。近邻区可以相对于注射区被定义。近邻模块130被配置为处理成像数据以确定从所有可能方向和分支到达近邻区中的所有非注射(如基于来自模拟模块110的输出可确定的)对比信息。如此确定的近邻区中的血管以更高的细节水平以组合呈现来呈现并且还可以以与注射区不同的颜色来呈现。近邻区可以通过相对于注射区的预设标量值(增加/减小)。

[0095] 图3示出了图示用于产生如本文所描述的双细节水平组合呈现的数据变换过程的数据流程图。多个数据处理函数P1到P8被图示,其将在下面详细描述并且涉及先前描述的图像处理系统。图3提供了本文所描述的方法的第一实施例。

[0096] 在图3的范例中,接收对应于造影剂注射之后的动脉相的成像数据的第一体积V1。还接收对应于动脉相之后的延迟相的成像数据的第二体积V2。动脉相成像数据和延迟相成



像数据的使用是优选的,但不是必要的,如由不利用双相成像数据的图4的实施例(下面进一步描述的)所示。成像数据通过数据接收模块100来接收。成像数据的第一体积V1可以以两个形式被接收:以高细节(即,较高的空间分辨率)H和以低细节L(即,较低的空间分辨率)。为了以两个细节水平接收成像数据的第一体积V1,可以使用以不同的分辨率水平对原始成像数据采样的采样过程。

[0097] 在数据过程P7中,第一体积绘制通过绘制成像数据的低细节动脉相体积以相对低细节水平来执行。P7的过程通过第一绘制模块102来执行。绘制数据被输出到下面进一步描述的呈现控制过程P5。

[0098] 在数据过程P1中,动脉相体积V1将基于经训练的对象模型被分割为骨(肋骨)和器官(肝、肾)信息。数据过程P1输出映射体积MP,其中,对于成像数据的每个体素而言,描述分割类型(器官,骨骼)的标签被存储。映射体积MP还将定义用于下面所描述的数据过程P2、P3和P6的感兴趣区域。

[0099] 在数据过程P2中,低细节水平或分辨率L的延迟相体积V2将被配准(翘曲)到细节水平L的动脉相体积V1以便补偿患者/器官运动。在本领域中已知这样的配准过程。例如,可以利用已知非刚性变形和配准过程。数据过程P2产生延迟相成像数据的配准体积RV2。P2的配准过程可以通过双相配准模块120来执行。

[0100] 在数据过程P3中,高细节水平H的成像数据的动脉相体积V1将利用来自延迟相成像数据的配准体积RV2的延迟相软组织(肿瘤充盈)增强特征来扩展。数据过程P3生成成像数据的增强体积V3,所述增强体积组合动脉相成像数据V1和延迟相成像数据V2。数据增强过程P3可以通过体积增强模块122来执行。

[0101] 在数据过程P8中,成像数据的增强体积V3通过第二绘制模块104来绘制。绘制数据被提供到呈现控制过程P5。

[0102] 在数据过程P4中,将在动脉相体积V1中(手动地或者自动地)确定导管的参考部分。参考部分可以通过用户接口模块108来输入,但是通常基于图像分析在导管的远端附近自动地确定。因此,尽管请求保护的方法涉及成像过程并且不扩展到导管放置,但是本文所描述的过程通常当医学设备16(并且尤其是其导管)在原位时在介入流程期间执行。导管尖端位置从数据过程P4被输出以在数据过程P5和P6中利用。

[0103] 数据过程P6基于从数据过程P2接收到的感兴趣区域、从数据过程P4接收到的作为参考点r(如上文所描述的)的导管远端位置和从数据过程P3接收到的成像数据的增强体积V3来执行注射模拟。此外,数据过程P6利用至少一个虚拟注射位置,其已经通过下面所描述的数据过程P5所获得。注射模拟可以通过注射模拟模块110来执行。在数据过程P6中,注射区被模拟,如同注射使用成像数据的增强体积V3通过至少一个虚拟注射点中的每个来完成。在一个实施例中,注射模拟过程P6基于测地线势场映射的概念,如上文相对于注射模拟模块110已经描述的。数据过程P6输出具有标签的注释映射体积AMV,所述标签描述体积V3的哪些体素将由提出的至少一个虚拟注射达到并且这些体素的哪个子集将包含对比信息(即,这些体素中的哪些对应于血管)。注释映射体积AMV由第一绘制过程P7和第二绘制过程P8来接收。由如由模拟虚拟注射达到的AMV标记的至少一个提取地域或者区域通过绘制过程P8以更高的细节水平绘制并且由如未由模拟虚拟注射达到的AMV标记的至少一个区由较低细节绘制过程P7绘制。在一些实施例中,注射模拟可以提取由至少一个虚拟注射达到的



区域并且该区域内的所有体素可以被标记在如由虚拟注射达到的注释映射体积AMV中以确保以更高的细节水平的连续区的相干绘制。

[0104] 在绘制过程P7和P8中,基于注释映射体积AMV中的信息,对应的体积区通过指定的绘制模块102、104重新采样并且可视化。通过单独的绘制器或者绘制模块102、104执行的两个单独的绘制过程P7和P8,每个具有其自己的空间分辨率,并且任选地还有以下中的至少一个:其自身的绘制方法、对比度/亮度传递函数、颜色方案、白色空间速度优化等,其中,这些特征可以是用户控制的。组合体积呈现可以通过帧缓冲器(未示出)中的呈现控制过程P5通过适合的控制来构建。

[0105] 在通过处理模块106执行的呈现控制过程P5中,将执行多个查看控制任务。用户输入UI可以通过用户接口模块108接收以控制绘制过程P7和P8的可视化设置(例如,视觉传递函数设置)。此外,组合呈现的哪些区通过绘制过程P7绘制和哪些通过绘制过程P8绘制的控制通过利用如上文所描述的注释映射体积AMV由呈现控制过程来执行。此外,如上文相对于双绘制组合模块124已经描述的体积排序控制由数据过程P5执行并且第一绘制过程P7和第二绘制过程P8被控制并且因此绘制数据被组合。此外,包括图形注释,如导管远端(并且也许还有细长导管自身)、虚拟注射点、注射构件路径、馈送体路径等。此外,如上文相对于自动馈送体确定模块114、注射构件路径确定模块128和自动虚拟注射点确定模块118已经描述的馈送体血管的确定、注射构件路径的确定和自动虚拟注射点由数据过程P5控制。

[0106] 图4图示了用于不利用双相成像数据的备选实施例的数据流程图。图4提供了本文所描述的方法的第二实施例。在这种情况下,可以省略图3的配准过程P2和体积增强过程P4。相反,成像数据的单个体积V1可以被获得,其以针对成像数据的低细节水平被传送到低细节绘制过程P7并且其以高细节水平被传送到高细节绘制过程P8。基于通过呈现控制过程P5获得的至少一个虚拟注射点,注射模拟通过过程P6运行以产生注释映射体积AMV,所述注释映射体积指定将由在要由高细节绘制过程P8绘制的至少一个虚拟注射点处执行的注射达到的至少一个注射区。此外,图形注释将由呈现控制过程P5包括从而在双细节组合呈现中标记至少一个虚拟注射点、如由过程P6的注射模拟所确定的注射区、从导管远端到至少一个虚拟注射点的注射构件路径和导管远端。

[0107] 已经描述了相对于图1至图4的图像处理系统10和数据过程的方面,相对于图5和图6描述操作性交互和体积呈现。

[0108] 图5示出了由本公开的图像处理系统10产生的体积呈现300、302、308、310的序列。

[0109] 图5(a)示出了充当用于用户交互和虚拟注射点选择的开始呈现的初始体积呈现300。图5(a)的体积呈现300在通过分割模块112基于分割过程P1移除骨骼之后基于成像数据的体积V1由第一绘制模块102在过程P7中绘制。因此,图5(a)的体积呈现300以相对低细节水平绘制,其允许主要血管结构的清楚的体积呈现。在获得双相成像数据的情况下,体积呈现300具有动脉相。在体积呈现中进一步图形地突出显示的是导管参考点304(在一个范例中,作为彩色点),导管参考点304已经通过荧光成像数据的图像分析在过程P4中自动地确定。这样一来,成像数据已经利用原位的导管获得并且体积呈现300有用于规划来自从导管可扩展的注射构件的栓塞注射。

[0110] 在图5(b)中,体积呈现302被示出,其中,病变303已经通过图形模块126图形地突出显示(在一个范例中,作为具有清楚的外部边界的彩色部分)。病变已经通过成像数据V1

的二维正交切片的呈现中其外部边界的用户标记被识别。体积呈现302还示出了通过自动馈送体确定模块114的自动馈送体确定的结果的图形。具体地,不同的彩色线305、306被包括以图示从导管参考点304到包括所有可用馈送体血管的病变303的路径。体积呈现302由第一绘制模块102以较低细节水平产生。如图5(a),体积呈现202还不包括双细节水平,因为虚拟注射点尚未被选择。

[0111] 在图5(c)中,示出了根据本公开的各种实施例的具有组合细节水平的体积呈现308。在由图5(b)中的线305所图示的馈送体血管之一中选择一个虚拟注射点307。注射点307是通过用户接口模块108在图5(b)的呈现302中用户选择的。来自虚拟注射点307的注射模拟基于成像数据和导管远端的位置304在过程P6中通过注射模拟模块110运行,其导致标记哪些体素被模拟以由虚拟注射点307处注射的材料达到的注释三维数据映射AMV。基于注释映射AMV(尤其是从其导出的注射区域),体积呈现308包括在过程P8中由第二绘制模块104绘制的虚拟注射点307远端的高细节注射区和在过程P7中由第一绘制模块102绘制的虚拟注射点307近端的低细节非注射区。组合呈现308的低细节区和高细节区在呈现中彼此无缝地集成。在利用双相成像数据的情况下,高细节区呈现成像数据的增强体积V3,其中,动脉相体积V1已经由来自延迟相体积V2的特征增强。此外,基于被认为是基于模拟由注射达到的那些体素,注射区通过利用阴影将注射区着色来图形地突出显示。

[0112] 通过图5(b)中所示的自动化馈送体检测,能够揭示图5(c)的注射计划涵盖两个检测到的馈送体血管中的仅一个中的注射。因此,操作可以规划另一注射点。可以在虚拟注射点已经被选择以容易地揭示注射计划中的任何不足之前或者之后示出自动检测到的馈送体血管。

[0113] 在图5(d)中,图示了还具有高细节区和低细节区的组合体积呈现310。此处,用户已经选择了第一虚拟注射点307。此外,第二馈送体血管在306处图形地突出显示以允许操作以识别馈送体之一已经错过。因此,第二虚拟注射点可以通过用户接口模块108被放置在第二馈送体血管306中。注射模拟过程可以重新运行,使得来自第一虚拟注射点307和新第二虚拟注射两者的注射模拟可以被执行以确定成像数据的(一个或多个)体积的修正的注释映射AMV。可以产生另一组合体积呈现,其包括基于与图5(d)相比较的额外的第二虚拟注射点的扩展注射区,其以更高的细节水平绘制并且其包括图形突出显示(例如,彩色深浅)以示出根据模拟由来自虚拟注射点的注射达到的注射区。新组合体积呈现可以示出额外的图形特征。从导管远端304到虚拟注射点307的注射构件路径311通过用于注射构件引导目的不同的彩色线示出。此外,病变303的外部轮廓可以图形地突出显示以允许通过建议注射的覆盖范围被可视化。图5(c)和图5(d)的组合呈现308、310允许注射血管(包括馈送血管和连接的(一个或多个)病变区)借助于针对较高细节、较低对比度信息优化的体积绘制方案可视化。为了以高细节使血管和血管之间的连接区可视化,来自注射模拟的映射输出可以被处理以导出包括全部注射区的相干血管区域,其然后以高细节水平显示。因此,以高细节示出注射轨迹上的注射血管和薄壁组织区,以较低细节示出呈现的剩余部分以确保清楚的可视化和高效处理。

[0114] 通过将虚拟注射点从近端位置移动到更远端的位置,并且在相反的方向上,对注射血管和得到的肿瘤和馈送血管栓塞的效应可以在运行中被评价以规划适合地平衡病变覆盖和选择性的最佳注射位置。此外,包括总受影响区和注射血管的注射结果可以被示出

在组合体积呈现中并且在伴随的正交切片中(如果期望)。

[0115] 如果未仔细地检查,则有时来自非预期的更多近端分支的重要分支能够错过。在图5(a)和图5(b)中,组合呈现400、402通过不仅以较高细节示出注射区而且示出如由近邻模块130所确定的近邻区来图示呈现增强。在图6(a)中,呈现400以比虚拟注射点408近端的区更高的细节水平示出了虚拟注射点408远端的注射区并且着色以便于可视化。此外,图形被包括为突出显示从导管远端406到虚拟注射点的注射构件路径407。导管远端406和虚拟注射点408还通过图形模块126图形地图示。注射区基于来自注射点408的假定注射基于来自注射模拟过程P6的输出(其通常导致模拟注射三维体积)来确定。当激活时,近邻区模块130被配置为基于注射区或者体积确定近邻区或者体积(诸如通过注射区或体积的标量区或体积扩展)并且根据近邻区或体积中的对比增强成像数据确定所有馈送体和血管。近邻区中的馈送体和血管可以使用对比增强成像数据上的路径发现处理来确定。近邻区中的馈送体和血管可以图形地突出显示,诸如通过与注射区中的图形突出显示不同的颜色)。近邻区还可以以较高的细节水平来呈现。图6(b)因此示出了基于由近邻模块130执行的近邻血管确定的注射区的近邻中的额外地图形突出显示的血管410。该特征帮助避免错过用于成功的栓塞流程的相关血管的操作。

[0116] 在图7中,示出了组合呈现404,其具有图形地图示的通过用户接口模块108被用户选择的第一虚拟注射点420和第二虚拟注射点422。此外,图形地图示了导管远端428,其中,导管远端428是根据图像分析(例如)确定的。注射构件路径424、426已经通过注射构件路径确定模块128使用成像数据的路径逻辑处理确定,并且从导管远端428延伸到相应的虚拟注射点420、422。注射区(虚拟注射点420、422的下游)被图形地突出显示并且以相对高细节被绘制。注射区是根据通过注射模拟模块110执行的注射模拟导出的。在这种情况下,注射区使用与在图5和图6中不同的体积绘制偏好来绘制。尽管第二绘制模块104仍然以比第一绘制模块102更高的细节进行操作,但是传递函数(诸如空间分辨率和/或对比设置)已经适于允许注射区中的血管还更清楚地可视化。第一绘制模块的可视化设置的这样的调整可以通过用户接口模块108可用户选择的。

[0117] 在一个可能性中,图7的组合体积呈现404可以通过点击或者以其他方式选择可见肿瘤中的目的地点简单地自动地确定。即,通常(高度血管)肿瘤区域的核心在初始呈现(诸如图5(a)中所示的那个)中部分地可见,但是进入轨迹通常难以断定。根据这样的呈现,目的地点可以由用户选择。备选地,可以在正交切片呈现中指示目的地点。给定选定的目的地点或位置,导管远端的肿瘤中的选定的目的地点的进入路径(馈送体)是通过自动馈送体确定模块114计算的。虚拟注射点可以通过自动虚拟注射点确定模块118在距目的地点的可控制(预设)距离(例如,1.5cm)处沿着每个馈送体放置。注射模拟可以针对虚拟注射点自动地执行。因此,通过图5(a)中的肿瘤核心上的目的地靶的单个选择,可以获得图7中所示的图形和可视化增强。具体地,注射区以较高细节可视化并且着色/以其他方式图形地突出显示以示出模拟注射,虚拟注射点420、422可以被确定并且图形地插入并且注射构件路径424、426可以被确定并且图形地插入。

[0118] 在本发明的另一示范性实施例中,提供了一种计算机程序或一种计算机程序单元,其特征在于适于在适当的处理系统上执行根据前面的实施例之一所述的方法的方法步骤。

[0119] 因此,所述计算机程序单元可以被存储在计算机单元上,所述计算机单元也可以是本发明的实施例的部分。该计算单元可以适于执行以上描述的方法的步骤或诱发以上描述的方法的步骤的执行。此外,其可以适于操作以上描述的装置的部件。所述计算单元能够适于自动地操作和/或执行用户的命令。计算机程序可以被加载到数据处理器的的工作存储器中。所述数据处理器由此可以被装备为执行本发明的方法。

[0120] 本发明的该示范性实施例涵盖从一开始就使用本发明的计算机程序和借助于更新将现有程序转变为使用本发明的程序的计算机程序两者。

[0121] 更进一步地,所述计算机程序单元能够提供实现如以上所描述的方法的示范性实施例的流程的所有必需步骤。

[0122] 根据本发明的另一示范性实施例,提出了一种计算机可读介质,例如CD-ROM,其中,所述计算机可读介质具有存储在所述计算机可读介质上的计算机程序单元,所述计算机程序单元由前面部分描述。

[0123] 计算机程序可以被存储/分布在合适的介质上,例如与其他硬件一起提供或作为其他硬件的部分提供的光学存储介质或固态介质,但计算机程序可也可以以其他形式来分布,例如经由因特网或者其他有线或无线电信系统分布。

[0124] 然而,所述计算机程序也可以存在于诸如万维网的网络上并能够从这样的网络中下载到数据处理器的的工作存储器中。根据本发明的另一示范性实施例,提供了一种用于使得计算机程序单元可用于下载的介质,其中,所述计算机程序单元被布置为执行根据本发明的之前描述的实施例之一所述的方法。

[0125] 必须指出,本发明的实施例参考不同主题加以描述。具体而言,一些实施例参考方法类型的权利要求加以描述,而其他实施例参考设备类型的权利要求加以描述。然而,本领域技术人员将从以上和下面的描述中了解到,除非另行指出,除了属于一种类型的主题的特征的任何组合之外,涉及不同主题的特征之间的任何组合也被认为由本申请公开。然而,所有特征能够被组合以提供超过特征的简单加和的协同效应。

[0126] 尽管已经在前述详细描述中呈现了至少一个示范性实施例,但是应当理解,存在大量的变型。还应当理解,(一个或多个)示范性实施例仅是范例,并且不旨在以任何方式限制本公开的范围、适用性或者配置。相反,前述详细描述将给本领域的技术人员提供用于实现(一个或多个)示范性实施例的方便的路线图。应当理解,在不脱离如权利要求书和其合法等同物中阐述的本公开的范围的情况下,可以在元件的功能和布置中做出各种改变。

[0127] 在权利要求中,词语“包括”不排除其他单元或步骤,并且,词语“一”或“一个”并不排除多个。单个处理器或其他单元可以履行权利要求书中记载的若干项目的功能。尽管在互不相同的从属权利要求中记载了特定措施,但是这并不指示不能有利地使用这些措施的组合。权利要求中的任何附图标记不应被解释为对范围的限制。

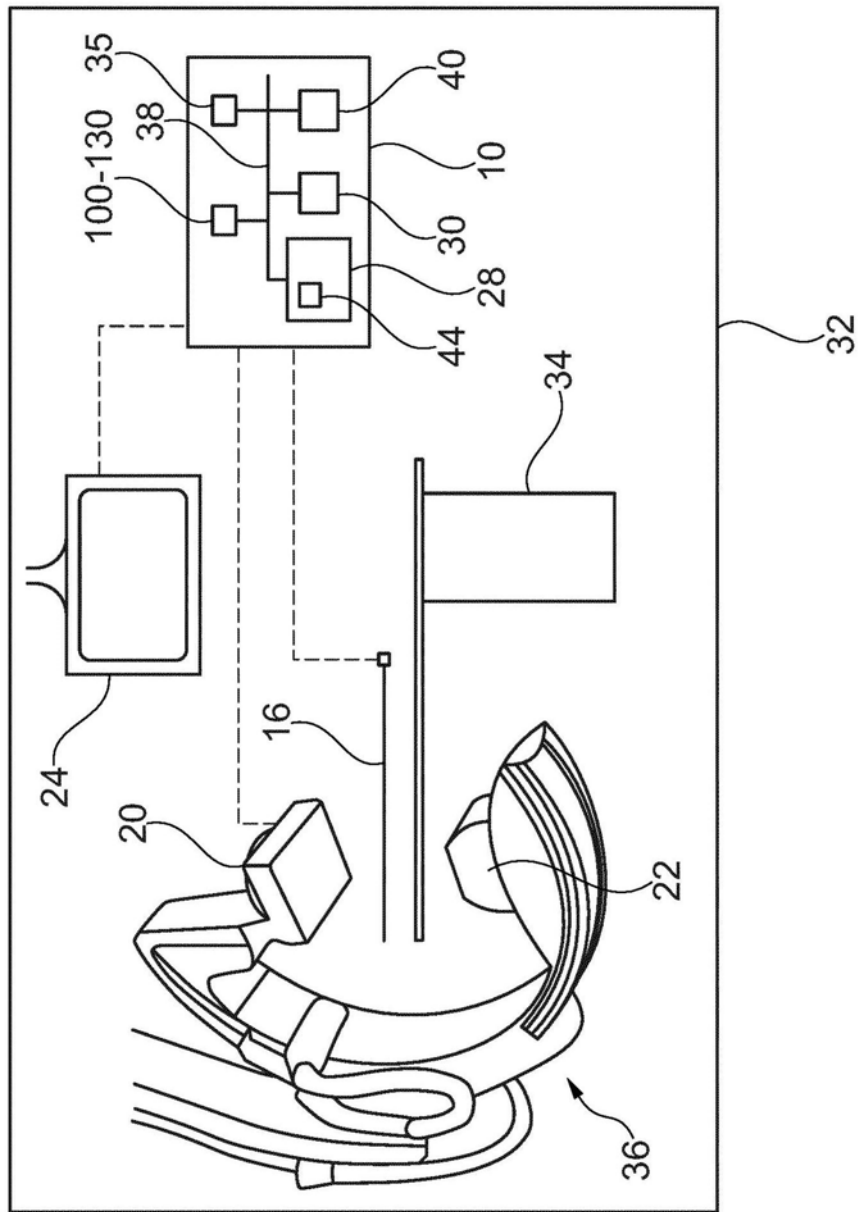


图1

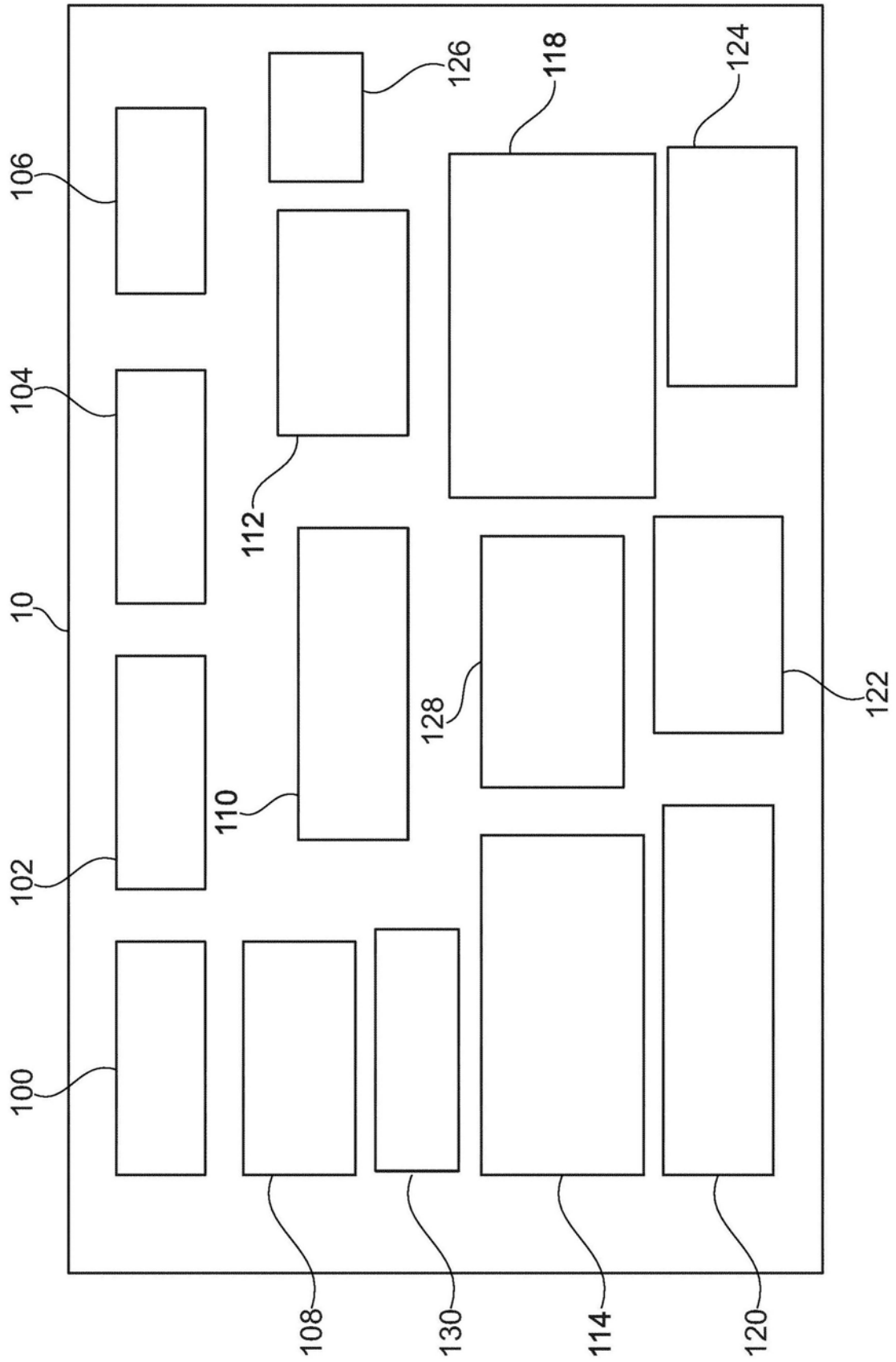


图2

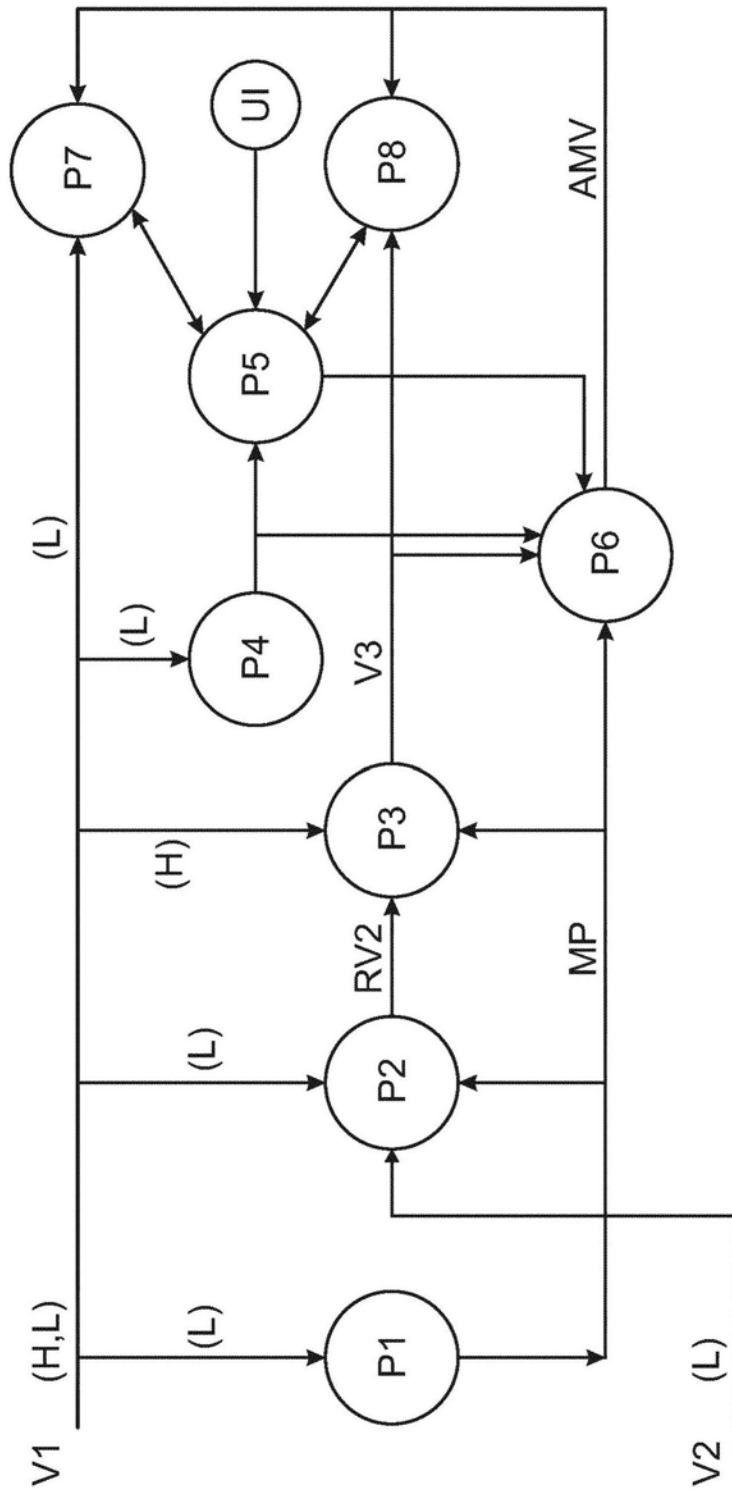


图3





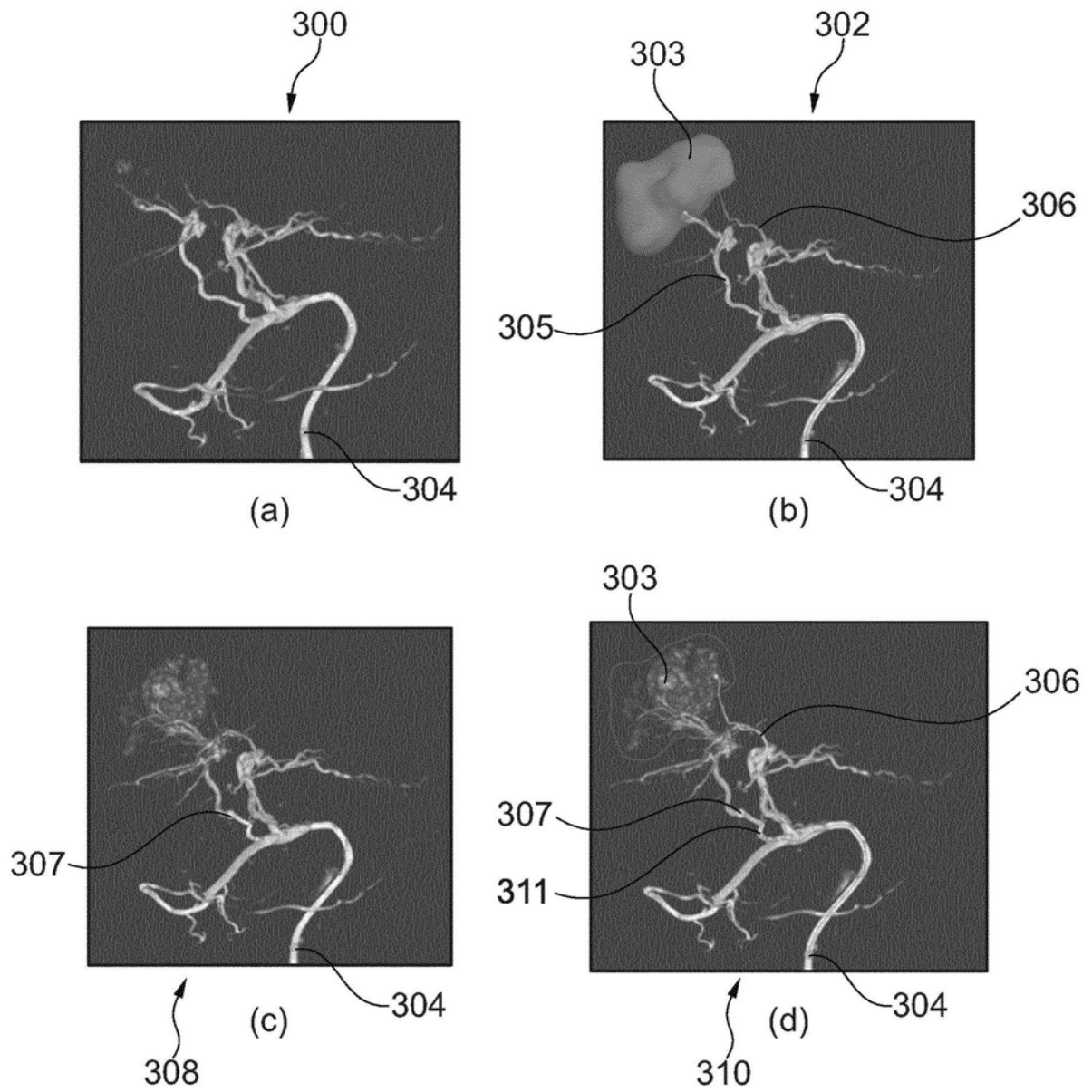


图5

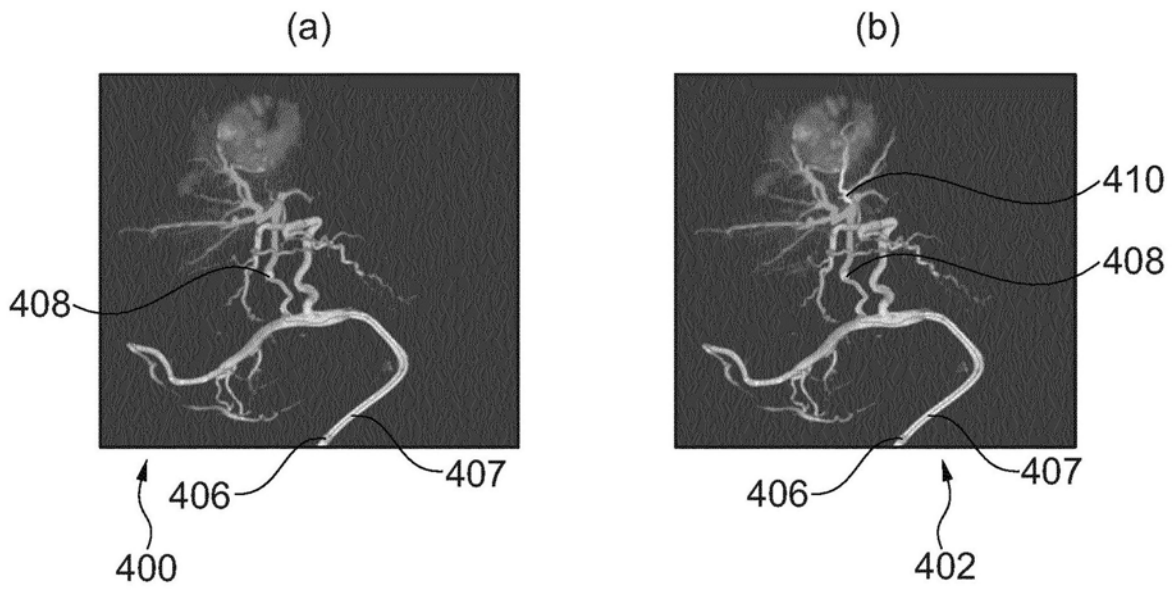


图6

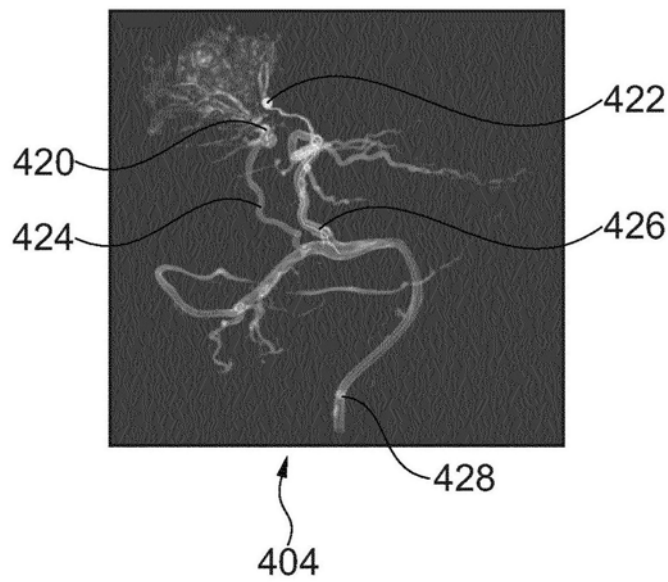


图7