



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108852417 A

(43)申请公布日 2018. 11. 23

(21)申请号 201810827713.3

(22)申请日 2018.07.25

(71)申请人 北京博纵科技有限公司

地址 100000 北京市昌平区回龙观镇回龙  
观东大街338号创客广场A1-06-285

申请人 北京证鸿科技有限公司

天津恒宇医疗科技有限公司

(72)发明人 田洁

(74)专利代理机构 天津市尚文知识产权代理有  
限公司 12222

代理人 程昊

(51)Int.Cl.

A61B 8/12(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种内窥成像的光学超声双导管系统及其  
工作方法

(57)摘要

一种内窥成像的光学超声双导管系统,它包  
括脉冲激光装置、IVUS模块、OCT模块、数据采集  
模块、数据处理模块和终端显示模块;其工作方  
法为:如果是同时多功能扫描成像,则同时采集  
由IVUS模块和OCT模块产生的电脉冲信号,将处  
理结果进行图像交互配准优化和融合后显示;如  
果不是同时多功能扫描成像,则判断成像导管选  
择光学成像导管还是超声成像导管,然后进行数  
据采集处理并显示。同一设备采用双导管自主选  
择成像模式进行系统成像,既可以作为IVUS系  
统使用,也可以作为OCT系统使用,还可以进行不  
同导管同时扫描成像,这种方式在不降低系统成  
像的基础上,提高了系统的适用性和便捷性,且有  
效降低经济成本。



1. 一种内窥成像的光学超声双导管系统,其特征在于它包括脉冲激光装置、IVUS模块、OCT模块、数据采集模块、数据处理模块和终端显示模块;所述脉冲激光装置发射激光束为OCT成像模块提供所需的光学信号,或者产生触发信号作用于IVUS成像模块进行超声成像;所述数据采集模块与IVUS模块和OCT模块连接,采集由IVUS模块或OCT模块产生的电脉冲信号;所述数据处理模块接收数据采集模块的信号进行处理;所述终端显示模块对数据处理模块处理后的信号进行图像显示。

2. 根据权利要求1所述一种内窥成像的光学超声双导管系统,其特征在于所述IVUS模块包括超声发射/接收装置、IVUS旋转回撤装置、超声成像导管;所述超声发射/接收装置由脉冲激光装置发射的触发信号触发产生电脉冲信号,通过IVUS旋转回撤装置和超声成像导管作用于血管内进行超声成像;所述超声发射/接收装置接收由血管壁返回的电脉冲信号,结果由数据采集模块采集;所述IVUS旋转回撤装置是通过电机驱动超声成像导管进行旋转回拉运动;所述超声成像导管带有超声换能器,超声发射/接收装置产生的脉冲电信号通过超声换能器转换成超声信号,由血管壁发射回来的脉冲信号通过超声换能器转换成电脉冲信号由超声发射/接收装置接收。

3. 根据权利要求1所述一种内窥成像的光学超声双导管系统,其特征在于所述OCT模块包括光纤耦合装置、环形器I、环形器II、OCT旋转回撤装置、参考臂、光学成像导管、光电探测装置;所述光纤耦合装置一方面接收脉冲激光装置发射的激光,并将其分成两束,一束通过环形器I、OCT旋转回撤装置、光学成像导管作用于血管,一束通过环形器II作用于参考臂;另一方面接收参考臂发射的光信号与血管壁发射的光信号,并在此形成干涉光;所述光电探测装置将光纤耦合装置产生的干涉光转换成电信号,并由数据采集模块采集。

4. 根据权利要求1所述一种内窥成像的光学超声双导管系统,其特征在于所述数据采集模块采用一个双通道采集卡采集IVUS模块和OCT模块产生的信号,或者采用两个采集卡分别采集IVUS模块和OCT模块产生的信号;所述IVUS模块进行超声成像,所述OCT模块进行光干涉成像。

5. 根据权利要求1所述一种内窥成像的光学超声双导管系统,其特征在于所述数据处理模块包括光数据处理模块和超声数据处理模块,分别处理采集于OCT模块和IVUS模块的信号。

6. 一种权利要求1内窥成像的光学超声双导管系统的工作方法,其特征在于它包括以下步骤:

(1) 判断成像模式是否为同时多功能扫描成像;

(2) 如果是同时多功能扫描成像,则脉冲激光装置发射激光束为OCT成像模块提供所需的光学信号,产生触发信号作用于IVUS成像模块进行超声成像;所述数据采集模块同时采集由IVUS模块和OCT模块产生的电脉冲信号;然后将采集的结果分别发送给光数据处理模块和超声数据处理模块进行处理,并将处理结果进行图像交互配准优化和融合;最终通过终端显示模块进行显示;

(3) 如果不是同时多功能扫描成像,则判断成像导管选择光学成像导管还是超声成像导管;

(4) 如果选择的是光学成像导管,则数据采集模块进行干涉光采集,采集结果通过光数据处理模块进行信号处理,并由终端显示模块进行显示;

(5) 如果选择的是超声成像导管,则数据采集模块进行超声信号采集,采集结果通过超声数据处理模块进行信号处理,并由终端显示模块进行显示。

## 一种内窥成像的光学超声双导管系统及其工作方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及内窥成像领域,尤其是一种内窥成像的光学超声双导管系统及其工作方法。

### 背景技术

[0002] 光干涉断层成像系统(Optical Coherence Tomography, OCT)和血管内超声系统(Intravascular Ultrasound, IVUS)是目前常用的且有效应用于血管内疾病检测的成像系统。IVUS系统是一种无创的超声成像技术与微创的导管技术相结合的成像系统,基于超声原理进行成像,具有较大的穿透深度和成像范围,但空间分辨率低。OCT成像原理与IVUS类似,主要利用无创的光干涉成像技术与微创导管介入技术结合,但OCT是基于近红外光进行低相干干涉成像,具有较高的空间分辨率,但穿透深度及成像范围较少。

[0003] 为满足血管内成像系统具有较高空间分辨率和较大的穿透深度和成像范围,有相关学者基于IVUS和OCT成像原理相似,提出了以IVUS和OCT融合技术为基础的血管内光学超声双模式成像系统。但双模式成像系统在高速条件下成像时,会引起导管剧烈震动,一方面在耦合过程中产生高噪声,另一方面受超声换能器转换时间限制降低成像质量;在低速条件下成像时,成像时间过长,一方面增加导管诱发痉挛的机会,另一方面需要注射大量造影剂,导致肾功能衰竭,危及生命。而且上述双模式成像系统由于集成IVUS和OCT技术于同一导管中,只能两种成像技术一次成像,无法对两种成像手段选择性使用,大大提高了成本。现有技术中提出的多导管系统属于串行工作方式,每次只能从IVUS、OCT、FL-IVUS、FFR等多种模式中选择一个 workflow,一种成像模式,无法实现同时多功能扫描成像,并且没有提出几种工作方式集成到同一个设备。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种内窥成像的光学超声双导管系统及其工作方法,它能够解决现有技术的不足,该系统融合IVUS和OCT技术,集成在同一设备,采用双导管自主选择成像模式,综合IVUS和OCT进行图像融合,提高成像质量和穿透深度;另外,该系统降低了扫描速度造成的不良影响,且在不降低系统成像效果基础上,提高了系统的适用性和便捷性,降低了产品的使用成本。

[0005] 本发明的技术方案:一种内窥成像的光学超声双导管系统,其特征在于它包括脉冲激光装置、IVUS模块、OCT模块、数据采集模块、数据处理模块和终端显示模块;所述脉冲激光装置发射激光束为OCT成像模块提供所需的光学信号,或者产生触发信号作用于IVUS成像模块进行超声成像;所述数据采集模块与IVUS模块和OCT模块连接,采集由IVUS模块或OCT模块产生的电脉冲信号;所述数据处理模块接收数据采集模块的信号进行处理;所述终端显示模块对数据处理模块处理后的信号进行图像显示。

[0006] 所述IVUS模块包括超声发射/接收装置、IVUS旋转回撤装置、超声成像导管;所述超声发射/接收装置由脉冲激光装置发射的触发信号触发产生电脉冲信号,通过IVUS旋转

回撤装置和超声成像导管作用于血管内进行超声成像；所述超声发射/接收装置接收由血管壁返回的电脉冲信号，结果由数据采集模块采集；所述IVUS旋转回撤装置是通过电机驱动超声成像导管进行旋转回拉运动；所述超声成像导管带有超声换能器，超声发射/接收装置产生的脉冲电信号通过超声换能器转换成超声信号，由血管壁发射回来的脉冲信号通过超声换能器转换成电脉冲信号由超声发射/接收装置接收。

[0007] 所述OCT模块包括光纤耦合装置、环形器I、环形器II、OCT旋转回撤装置、参考臂、光学成像导管、光电探测装置；所述光纤耦合装置一方面接收脉冲激光装置发射的激光，并将其分成两束，一束通过环形器I、OCT旋转回撤装置、光学成像导管作用于血管，一束通过环形器II作用于参考臂；另一方面接收参考臂发射的光信号与血管壁发射的光信号，并在此形成干涉光；所述光电探测装置将光纤耦合装置产生的干涉光转换成电信号，并由数据采集模块采集。

[0008] 所述IVUS旋转回撤装置、OCT旋转回撤装置分别设置与IVUS模块和OCT模块，采用相同结构或者不同结构，分别由不同的驱动模块驱动。

[0009] 所述数据采集模块采用一个双通道采集卡采集IVUS模块和OCT模块产生的信号，或者采用两个采集卡分别采集IVUS模块和OCT模块产生的信号；所述IVUS模块进行超声成像，所述OCT模块进行光干涉成像。

[0010] 所述数据处理模块包括光数据处理模块和超声数据处理模块，分别处理采集于OCT模块和IVUS模块的信号。

[0011] 一种内窥成像的光学超声双导管系统的工作方法，其特征在于它包括以下步骤：

(1) 判断成像模式是否为同时多功能扫描成像；

(2) 如果是同时多功能扫描成像，则脉冲激光装置发射激光束为OCT成像模块提供所需的光学信号，产生触发信号作用于IVUS成像模块进行超声成像；所述数据采集模块同时采集由IVUS模块和OCT模块产生的电脉冲信号；然后将采集的结果分别发送给光数据处理模块和超声数据处理模块进行处理，并将处理结果进行图像交互配准优化和融合；最终通过终端显示模块进行显示；

(3) 如果不是同时多功能扫描成像，则判断成像导管选择光学成像导管还是超声成像导管；

(4) 如果选择的是光学成像导管，则数据采集模块进行干涉光采集，采集结果通过光数据处理模块进行信号处理，并由终端显示模块进行显示；

(5) 如果选择的是超声成像导管，则数据采集模块进行超声信号采集，采集结果通过超声数据处理模块进行信号处理，并由终端显示模块进行显示。

[0012] 所述步骤(2)中图像交互配准优化和融合的方法为：首先进行图像预处理，采用边缘检测方法对于获得的IVUS图像即参考图像和OCT图像即待配准图像数据进行去噪、增强等处理，统一两种数据格式、大小；然后通过特征匹配、确定变换模型并计算模型参数、图像变换与插值进行图像交互式配准；最后基于图像特征进行图像融合。

[0013] 所述图像特征提取依据IVUS图像和OCT图像的灰度性质，可选择小梁、分叉血管、狭窄部位等作为特征区域。

[0014] 所述图像特征的提取方法可选择Sift算子、SUSAN算子或Harris算子等。

[0015] 所述特征匹配可选择互相关系数法、互信息法、聚类法、Hausdorff距离等。

[0016] 所述变换模型可选择仿射变换、有限元模型变换等。

[0017] 所述图像融合可选择拉普拉斯金字塔法、加权平均法、小波变换、PCA等方法进行图像融合。

[0018] 所述光数据处理模块的处理过程包括数据采集、缓冲、预处理(滤波、整形、归一化)、功率谱变换、空间变换、数据压缩与缓冲。具体执行过程为:外部采集设备采集干涉光脉冲信号,通过数据缓冲,完成数据同步化,同步化数据信号依照滤波、整形、畸变校正、归一化步骤进行预处理,处理结果进行功率谱变换,具体是基于FFT(快速傅里叶变换)对信号频谱的实部和虚部进行平方求和,变换结果进行空间变换,可选择仿射变换、投影变换等,并进行数据压缩与缓冲,获得OCT图像数据。

[0019] 所述超声数据处理模块的处理过程包括数据采集模块采集、滤波、时间增益补偿(TGC)、包络检波、对数压缩及正常化、图像插值与增强。具体执行过程为:外部采集设备采集超声数据,通过滤波器滤波获得包络信号,利用时间增益补偿算法,对包络信号的深处超声信号进行信号放大处理,然后经包络检波进行包络信号检测,所述包络检波可选择动态规划法、GVF snake算法等,通过对数压缩及正常化处理,最后经图像插值与增强获得IVUS图像数据。

[0020] 所述光数据处理模块与超声数据处理模块为并行结构,单独工作,互不干扰。

[0021] 本发明的优越性:

1、融合了IVUS和OCT技术,可以获得两种影像,既可以获得较大的成像深度和范围,又能达到较高的分辨率,实现了IVUS和OCT技术在临床应用中的优势互补。

[0022] 2、同一设备采用双导管自主选择成像模式进行系统成像,既可以作为IVUS系统使用,也可以作为OCT系统使用,还可以进行不同导管同时扫描成像,这种方式在不降低系统成像的基础上,提高了系统的适用性和便捷性,且有效降低经济成本。

[0023] 3、该系统采用超声数据处理模块与光数据处理模块并行结构,降低了数据之间的串扰,提高了数据处理速度,提高了成像质量。采用图像配准交互等方式可以进行IVUS图像和OCT图像融合,优化图像,实现了图像的高分辨率和高穿透深度特点。

[0024] 4、该系统采用共享主机、显示器等结构,不仅降低了成本,而且减小占地面积,方便安置。

## 附图说明

[0025] 图1 为本发明所涉内窥成像的光学超声双导管系统的结构框图。

[0026] 图2为本发明所涉内窥成像的光学超声双导管系统的结构示意图。

[0027] 图3为本发明所涉内窥成像的光学超声双导管系统的设备外观示意图。

[0028] 图4为本发明所涉内窥成像的光学超声双导管系统的图像处理流程图。

[0029] 图5 为本发明所涉内窥成像的光学超声导管的IVUS、OCT交互配准和融合处理流程图。

## 具体实施方式

[0030] 如图1所示,一种内窥成像的光学超声双导管系统,包括脉冲激光装置1、IVUS模块、OCT模块、数据采集模块12、数据处理模块13和终端显示模块14;所述脉冲激光装置1可

以发射激光束为OCT模块提供所需的光信号,也可以发射触发信号作用于IVUS模块进行系统超声成像;所述数据采集模块12与IVUS模块和OCT模块连接,采集由IVUS模块或由OCT模块产生的电信号;所述数据处理模块13进行信号数据处理,并由终端显示模块14进行图像显示。

[0031] 在一个实施例中,数据采集模块12采用双通道的采集卡,一个通道接收由OCT模块传递过来的电信号,一个通道接收由IVUS模块传递过来的电信号,两通道结构并行、分时工作;在另一个实施例中采用两个采集卡,一个采集卡接收由OCT模块传递过来的电信号,一个采集卡接收由IVUS模块传递过来的电信号,两采集卡结构并行、分时工作。

[0032] 所述IVUS模块包括超声发射/接收装置2、IVUS旋转回撤装置3、超声成像导管4。所述超声发射/接收装置2由脉冲激光装置1发射的触发信号触发产生电脉冲信号,通过旋转回撤装置3和超声成像导管4作用于血管内进行超声成像;并接收由血管壁返回的电脉冲信号,结果由数据采集模块12采集。所述旋转回撤装置3主要驱动超声成像导管4的进行旋转回拉运动。所述超声成像导管4探头含有超声换能器,超声发射/接收装置产生的电脉冲通过超声换能器转换成超声信号,由血管壁发射回来的脉冲信号通过超声换能器转换成电脉冲信号由超声发射/接收装置接收。

[0033] 所述OCT模块包括光纤耦合装置6、环形器7和8、OCT旋转回撤装置10、参考臂9、光学成像导管11、光电探测装置5。所述光纤耦合装置6一方面接收脉冲激光装置1发射的激光,并将其分成两束,一束通过环形器7、旋转回撤装置10、光学成像导管11作用于血管,一束通过环形器8作用于参考臂9;另一方面接收参考臂9发射的光信号与血管壁发射的光信号,并在此形成干涉光。所述光电探测装置5将光纤耦合装置6产生的干涉光转换成电信号,并由数据采集模块12采集。

[0034] 所述终端显示模块14包括控制面板20、成像引擎21、终端显示器22。

[0035] 如图2所示,一种内窥成像的光学超声双导管系统的结构示意图,包括超声成像导管4、IVUS旋转回撤模块3、光学成像导管11、OCT旋转回撤模块10、控制面板20、成像引擎21、终端显示器22。其中控制面板通过导线15与IVUS旋转回撤模块3,与OCT旋转回撤模块10连接。IVUS旋转回撤模块3通过连接件18与超声成像导管4连接。超声成像导管4头部有探头II 19,在探头II 19处装有超声换能器。OCT旋转回撤模块10通过光学连接件16与光学成像导管11连接,光学成像导管11顶端含有探头I17。IVUS旋转回撤模块3和OCT旋转回撤模块10可以采用相同的结构,也可以采用不同的结构。

[0036] 如图3所示,是一种内窥成像的光学超声双导管系统的一种实施例的设备外观示意图,包括OCT旋转回撤模块10、IVUS旋转回撤模块3、显示器22和主机23。其中OCT旋转回撤模块10与光学成像导管11连接,IVUS旋转回撤模块3与超声成像导管4连接,所得图像在显示器22上显示。

[0037] 如图4所示,一种内窥成像的光学超声双导管系统的图像处理方式流程图。

[0038] 具体处理步骤为:系统就绪,判断成像模式是否为同时多功能扫描成像,若是,则同时进行电信号(干涉光与超声)采集,并将采集电信号(干涉光)结果经缓冲、滤波、整形、畸变校正、归一化、功率谱变换、空间变换、数据压缩及变换等光数据处理模块处理,将采集的电信号(超声)结果经滤波、增益补偿、包络检波、对数压缩及变换、图像插值与增强等超声数据处理模块处理,并将两数据处理模块处理的结果经过图像融合、配准、交互优化,并

将结果在终端显示模块进行显示。

[0039] 若非,则首先判断成像导管是否选择光学成像导管,若为光学成像导管模式,电信号(干涉光)采集、经光数据处理模块,具体执行过程为:外部采集设备采集干涉光脉冲信号,通过数据缓冲,完成数据同步化,同步化数据信号依照滤波、整形、畸变校正、归一化步骤进行预处理,处理结果进行功率谱变换,具体是基于FFT(快速傅里叶变换)对信号频谱的实部和虚部进行平方求和,变换结果进行空间变换,可选择仿射变换、投影变换等,并进行数据压缩与缓冲,获得OCT图像数据,并在终端显示模块显示。

[0040] 若判断结果为非,即成像导管为超声成像导管,进行电信号(超声)采集、经外部采集设备采集超声脉冲信号,通过滤波器滤波获得包络信号,利用时间增益补偿算法,对包络信号的深处超声信号进行信号放大处理,然后经包络检波进行包络信号检测,所述包络检波可选择动态规划法、GVF snake算法等,通过对数压缩及正常化处理,最后经图像插值与增强获得IVUS图像数据。并在终端显示模块显示。一种实施例中光数据处理模块与超声数据处理模块为并行结构,单独进行,互不干扰。

[0041] 如图5所述,一种实施例中IVUS、OCT交互配准和融合的处理流程图。首先进行图像预处理,采用Canny边缘检测方法对于获得的IVUS图像(参考图像)和OCT图像(待配准图像)数据进行去噪、增强等处理,统一两种数据格式、大小;然后进行特征提取,可选择Sift算子、SUSAN算子或Harris算子等,依据IVUS图像和OCT图像的灰度性质,选择小梁、分叉血管、狭窄部位等作为特征区域;特征匹配,可选择互相关系数法、互信息法、聚类法、Hausdorff距离等;然后确定变换模型,可选择仿射变换、有限元模型变换等;通过图像变换和插值进行图像交互式配准优化;然后基于图像特征进行图像融合,可选择拉普拉斯金字塔法、加权平均法、小波变换、PCA等方法进行;最后在终端显示屏进行图像显示。

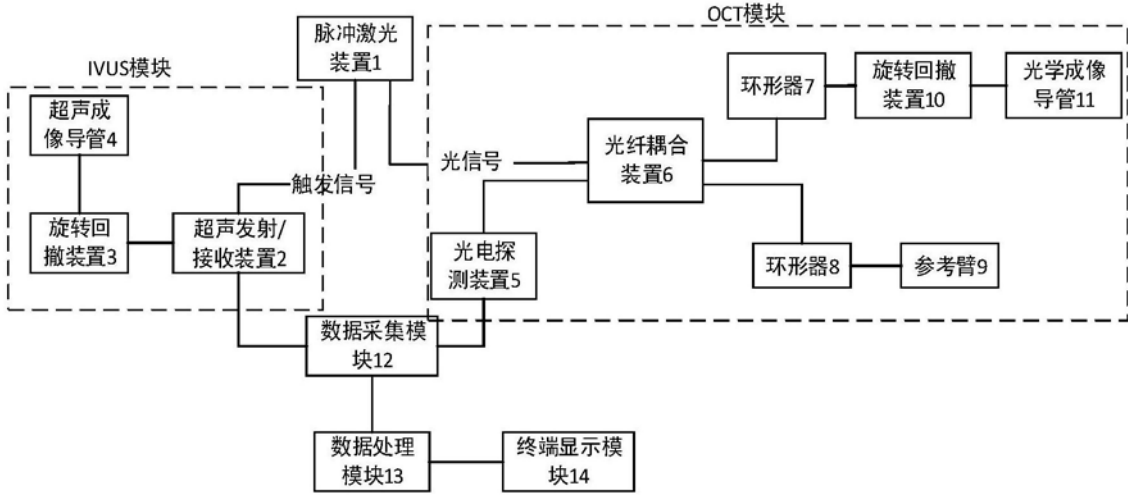


图1

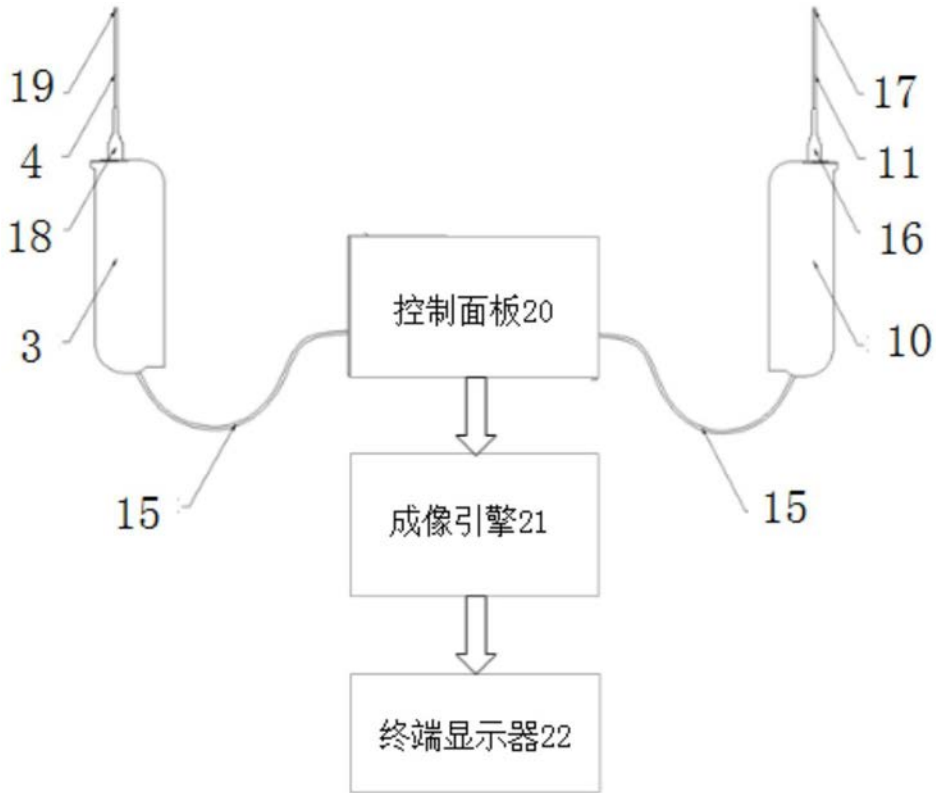


图2

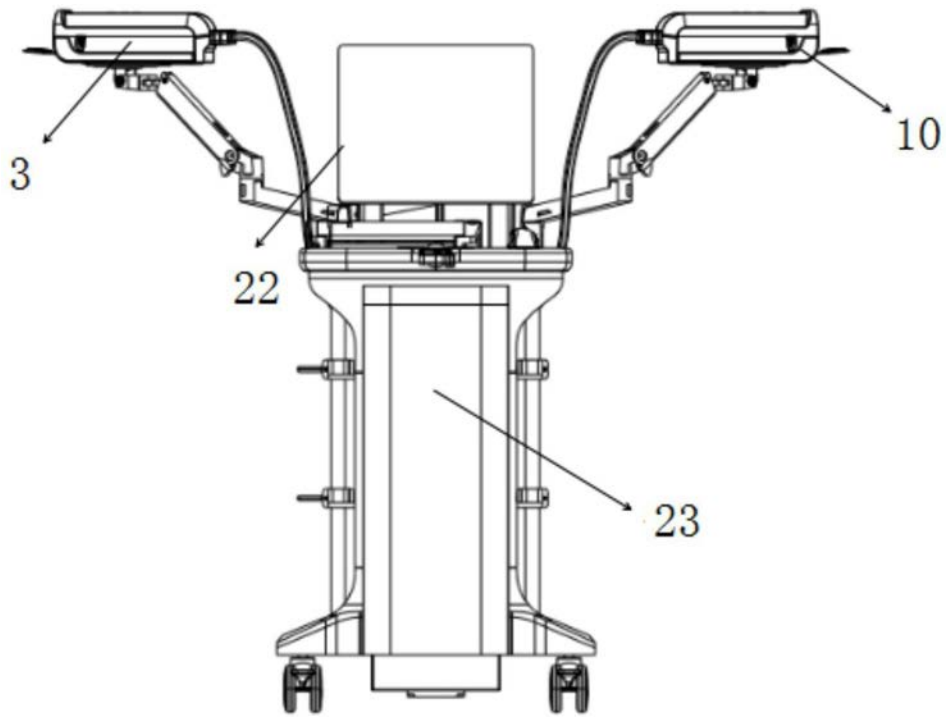


图3

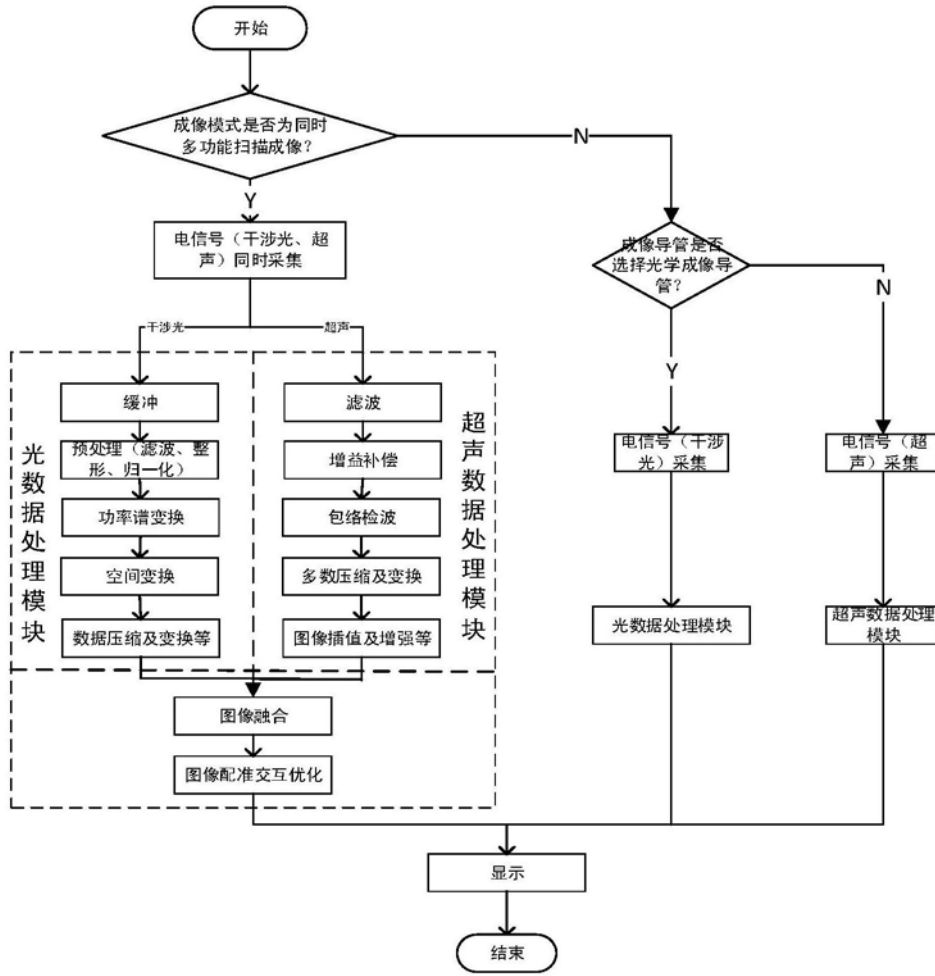


图4

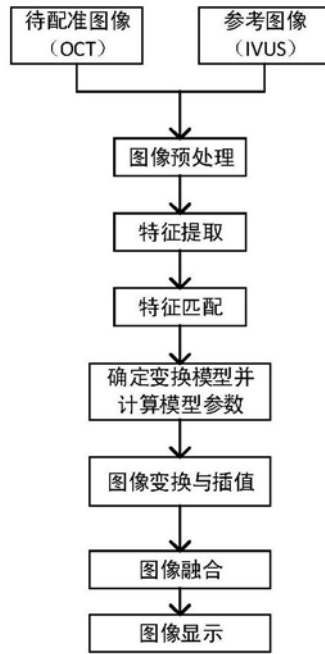


图5

专利名称(译)	一种内窥成像的光学超声双导管系统及其工作方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN108852417A</a>	公开(公告)日	2018-11-23
申请号	CN201810827713.3	申请日	2018-07-25
[标]申请(专利权)人(译)	天津恒宇医疗科技有限公司		
申请(专利权)人(译)	天津恒宇医疗科技有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	天津恒宇医疗科技有限公司		
[标]发明人	田洁		
发明人	田洁		
IPC分类号	A61B8/12 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/0035 A61B5/0066 A61B8/12 A61B8/4416		
代理人(译)	程昊		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

一种内窥成像的光学超声双导管系统，它包括脉冲激光装置、IVUS模块、OCT模块、数据采集模块、数据处理模块和终端显示模块；其工作方法为：如果是同时多功能扫描成像，则同时采集由IVUS模块和OCT模块产生的电脉冲信号，将处理结果进行图像交互配准优化和融合后显示；如果不是同时多功能扫描成像，则判断成像导管选择光学成像导管还是超声成像导管，然后进行数据采集处理并显示。同一设备采用双导管自主选择成像模式进行系统成像，既可以作为IVUS系统使用，也可以作为OCT系统使用，还可以进行不同导管同时扫描成像，这种方式在不降低系统成像的基础上，提高了系统的适用性和便捷性，且有效降低经济成本。

