



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110742691 A

(43)申请公布日 2020.02.04

(21)申请号 201910997683.5

(22)申请日 2019.10.21

(71)申请人 南开大学

地址 300071 天津市南开区卫津路94号

(72)发明人 代煜 陈通 张建勋

(74)专利代理机构 天津耀达律师事务所 12223

代理人 张颖颢

(51)Int.Cl.

A61B 34/30(2016.01)

A61B 34/10(2016.01)

A61B 34/00(2016.01)

A61B 34/20(2016.01)

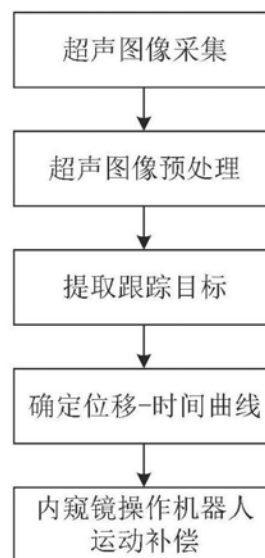
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

## (54)发明名称

一种用于柔性内窥镜操作机器人的运动控制方法

## (57)摘要

一种用于柔性内窥镜操作机器人的运动控制方法,该方法首先需要获取人体完整呼吸运动周期内的图像信息。利用医学图像滤波和分割算法准确确定器官组织的边缘轮廓。利用边缘轮廓信息来确定器官随时间的位移变化情况,并绘制呼吸作用下器官的位移-时间曲线。在器官位移-时间曲线确定的情况下,参考位移-时间曲线的周期和波动幅值来对内窥镜操作机器人进行运动补偿。本发明通过实时超声图像直接跟踪器官运动,能直接显示不同人体和同一人体不同时间段呼吸运动规律;将通过采集超声图像获得的呼吸状态下的器官位移-时间曲线和内窥镜捕捉到的腔道孔洞图像进行配准,可以对因呼吸产生的内窥镜和人体器官之间的位移偏差进行补偿。



1. 一种用于柔性内窥镜操作机器人的运动控制方法, 该方法的步骤包括:

第1、超声图像采集;

首先需要获取人体完整呼吸运动周期内的图像信息; 在内窥镜进入人体腔道前, 采集人体呼吸状态稳定情况下的超声图像信息, 在图像信息采集过程中, 保持体位和实际操作过程中基本一致;

第2、对超声图像做预处理;

因为超声成像原理的限制, 未处理的超声图像会存在较多的斑点噪声, 很难直接获得目标器官的边缘轮廓或者直接提取选定目标位置, 因此利用医学图像滤波和分割算法准确确定组织的边缘轮廓; 由于实时超声可以在短时间内获得多帧图像数据, 在图像分割过程中利用前一帧图像数据的分割结果为下一帧的图像分割提供参考, 从而提高分割准确度并减小分割时间;

第3、从图像中提取要追踪的器官组织或者目标;

根据图像预处理结果, 提取出选定器官边缘轮廓; 对于器官轮廓完整的图像信息, 通过计算器官轮廓中心点来确定器官位移信息; 由于超声成像质量问题, 超声图像可能不能完整显示器官轮廓信息, 这时需要根据特定面积大小来截取器官部分边缘轮廓信息计算截取部分中心点来确定器官位移情况; 或提取组织特征点;

第4、确定器官位移-时间曲线;

然后记录器官轮廓线上中心点或者特征点位置, 将特征点上下方向的位移信息按时间顺序标记在位移-时间坐标系下, 连接成连续曲线即得到器官整体上下方向的位移-时间曲线; 考虑到图像预处理所导致的误差, 直接提取的位移-时间曲线不便于直接用于操作内窥镜的机器人进行运动补偿, 因此在补偿前对位移-时间曲线做光滑处理以方便运动补偿操作;

第5、内窥镜操作机器人的运动补偿;

在器官位移-时间曲线确定的情况下, 通过观察器官位移-时间曲线信息和通过内窥镜观察到的器官腔道影像对操作内窥镜的机器人进行运动补偿; 在补偿前, 利用观察到的腔道孔洞大小将器官位移-时间曲线和器官运动进行配准。

2. 根据权利要求1所述的用于柔性内窥镜操作机器人的运动控制方法, 其特征在于, 第3步所述的特征点为器官腔道孔洞。

3. 根据权利要求1所述的用于柔性内窥镜操作机器人的运动控制方法, 其特征在于, 第5步所述对操作内窥镜的机器人进行的呼吸运动补偿过程如下: 在通过超声影像确定器官呼吸运动曲线的情况下, 从内窥镜观察器官腔道孔洞大小变化来匹配器官位移-时间曲线; 在观察到腔道孔洞偏小或者偏大时, 认为器官腔道和内窥镜末端装置距离较远或较近, 然后内窥镜操作机器人调整内窥镜位移使内窥镜末端装置和器官之间的相对位置基本不变。

## 一种用于柔性内窥镜操作机器人的运动控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于医疗机器人技术领域,涉及内窥镜进入人体时呼吸运动作用下的医疗机器人运动补偿方法。

### 背景技术

[0002] 近年来,以柔性内窥镜为代表的微创手术机器人已在实际应用中发挥了巨大作用,具有对人体创伤小、术后恢复快以及可重复操作等优点。

[0003] 在柔性内窥镜进入人体腔道前,首先通过采集人体超声图像来建立对应的三维模型来确定目标位置及规划路径,然后配合导航系统内窥镜操作机器人将末端机械手引导至目标位置。

[0004] 目前根据CT图像构建的一般为静态的三维模型,器官的大小和形状一般也被假定为静态的,然而在实际过程中,人体的呼吸作用会带动器官运动,导致目标位置会随时间产生规律变化,从而造成操作前规划和实际之间存在一定的误差;而且人体呼吸导致的器官运动一般为上下方向的位移运动。

[0005] 而且人体呼吸运动具有周期性,在呼吸机作用下这种周期性更加明显。同时呼吸运动导致的器官位移变化和周期也会因个体差异表现不同,而且呼吸运动曲线也会在同一个个体的不同时间有所变化。

[0006] 针对因呼吸导致的器官和内窥镜末端机械手之间存在的位移偏差,传统的方法即为构建人体的呼吸运动模型从而帮助内窥镜操作机器人对内窥镜末端机械手进行位移补偿从而保持机械手和器官之间相对位移基本不变。然而传统的根据超声图像构建的呼吸运动模型只能反映呼吸运动的普遍规律,并且不能直接跟踪器官或者特定目标,很难针对不同人体来建立个性化的呼吸运动模型;或者传统方法需要布置额外的传感器来采集位移信息这就可能给机器人操作内窥镜带来不便;目前还没有有效方法能够根据人体器官呼吸运动模型来对操作内窥镜的机器人进行运动补偿。

[0007] 目前的超声成像技术能够在普通二维成像的基础上加上时间的概念,可以在短时间内捕捉人体器官上千幅的动态影像,这就能保证获得的图像完整记录器官的运动规律,只需对人体做一次扫描即可提供完整的图像数据,并且清晰地显示出器官或者指定目标的大小、位置、形态。而且和CT及MRI相比,采用实时超声采集人体内部图像信息对人体损害小,这就为采用实时超声影像技术实时采集人体图像信息并构建相应呼吸运动模型提供可能。

### 发明内容

[0008] 本发明目的是提供一种能够根据人体的实时超声影像构建人体器官组织的呼吸运动模型的方法,然后在柔性内窥镜操作机器人控制作用下,参考构建的呼吸运动模型及内窥镜采集的器官腔道图像信息,对因人体呼吸作用产生的人体器官和内窥镜末端机械手之间的位移偏差进行补偿。

[0009] 本发明的技术方案

[0010] 一种用于柔性内窥镜操作机器人的运动控制方法,该方法的步骤包括:

[0011] 第1、超声图像采集;

[0012] 为了获取人体器官的呼吸运动模型,首先需要获取人体完整呼吸运动周期内的图像信息。人体的呼吸运动和人体身体状态及体位密切关系,然而实时采集超声信息可能会对内窥镜操作造成影响,因此可以在内窥镜进入人体腔道前,采集人体呼吸状态稳定的情况下的器官超声图信息。在图像信息采集过程中,需保持体位和内窥镜操作中基本一致。

[0013] 第2、对超声图像做预处理;

[0014] 因为超声成像原理的限制,未处理的超声图像会存在较多的噪声斑点,很难直接获得读取器官的边缘轮廓或者直接提取目标位置。因此本发明提出利用医学图像滤波和分割算法准确确定组织的边缘轮廓。由于实时超声可以在短时间内获得多帧图像数据,在图像分割过程中可以利用前一帧图像数据的分割结果为下一帧的图像分割提供参考,从而提高分割准确度并减少分割时间。

[0015] 第3、从图像中提取要追踪的器官组织或者目标;

[0016] 在器官组织边缘轮廓确定的情况下,利用边缘轮廓信息来确定器官随时间的位移变化情况。对器官轮廓完整的图像信息,可以通过计算器官中心点或者质心来确定器官位移信息。超声成像质量问题可能导致图像不能完整显示器官轮廓信息,这时需要根据特定面积大小来截取器官部分边缘轮廓信息计算截取部分中心点来确定器官位移情况。或者提取组织特征点如器官腔道孔洞。

[0017] 第4、确定位移-时间曲线;

[0018] 然后记录轮廓线上中心点或者特征点位置,将特征点上下方向的位移信息按时间顺序描绘在位移-时间坐标系下并连接成连续曲线,然后就可以得到呼吸作用下器官的位移-时间曲线。考虑到图像预处理所导致的误差,直接提取的位移-时间曲线不便于直接用于内窥镜操作机器人进行运动补偿,因此在补偿前可以对位移-时间曲线做光滑处理以方便后续补偿操作。

[0019] 第5、内窥镜操作机器人的运动补偿;

[0020] 在器官位移-时间曲线确定的情况下,参考位移-时间曲线的周期和波动幅值来对内窥镜操作机器人进行运动补偿。该补偿过程的实现需要配合内窥镜来完成,机器人通过内窥镜采集器官腔道孔洞大小变化信息来匹配呼吸作用下的器官位移和呼吸运动曲线模型。如图2所示,从左至右分别表示器官腔道孔洞大小分别为偏小、适中、偏大三种情况,当腔道孔洞偏小时,表明人体呼吸运动带动器官运动导致器官腔道和内窥镜末端装置距离较远,当腔道孔洞偏大时,表明人体呼吸运动带动器官运动导致器官腔道和内窥镜末端装置距离较近,机器人参照位移-时间曲线幅值控制内窥镜远离器官腔道,保持内窥镜末端装置和器官相对位置基本不变;除呼吸运动外,外部扰动等因素也可导致导致器官腔道和内窥镜之间存在位移偏差,同样机器人可以参照内窥镜器官腔道孔洞大小变化来控制末端机械手位移以保持内窥镜末端装置和器官相对位置基本不变。

[0021] 本发明的优点和有益效果:

[0022] 本发明通过实时超声图像直接跟踪器官或者目标运动更为准确;能直接显示不同人体和同一人体不同时间段的呼吸运动规律;将通过采集超声图像获得的呼吸状态下的器

官位移-时间曲线和内窥镜捕捉到的腔道孔洞图像进行配准,可以对因呼吸产生的内窥镜和人体器官之间的位移偏差进行补偿。

### 附图说明

[0023] 图1是呼吸运动作用下的器官位移-时间曲线获取及内窥镜操作机器人运动补偿方法流程图。

[0024] 图2是通过内窥镜视角观察器官腔道孔洞示意图,1器官腔道孔洞;2,3,4为不同呼吸状态下内窥镜观察到的器官腔道孔洞视图。

[0025] 图3是人体器官上下方向的位移-时间曲线。

[0026] 图4是具体实施示意图。5医疗机器人的运动控制系统,6内窥镜末端装置;7内窥镜软管;8器官腔道。

[0027] 图5是操作机器人控制内窥镜向下运动示意图。

[0028] 图6是操作机器人控制内窥镜向上运动示意图。

### 具体实施方式

[0029] 实施例1:

[0030] 本发明提出一种用于柔性内窥镜操作机器人的运动控制方法——用于消除内窥镜进入人体腔道后因呼吸运动导致的器官和内窥镜末端机械手之间存在的位移偏差。

[0031] [1]首先在内窥镜进入人体腔道前且各项工作准备完成后,采集人体呼吸状态稳定情况下的器官超声图像。

[0032] [2]对采集得到的超声图像做滤波预处理。

[0033] [3]从超声图像中提取目标器官轮廓或者组织器官内关键特征点。

[0034] [4]然后记录不同时间器官轮廓中心点或者特征点位置,从而确定人体器官上下方向的位移-时间曲线如图3。

[0035] [5]如图4所示,内窥镜进入人体腔道后采集器官腔道影像并确定器官腔道孔洞大小,然后将位移-时间曲线和器官呼吸运动进行匹配,然后机器人控制内窥镜末端装置手运动。当通过内窥镜观察到孔洞8较小时,表明器官在呼吸作用下相对内窥镜末端装置6向上运动,然后如图5所示,操作机器人给予内窥镜末端装置向上方向的位移补偿;当观察到腔道孔洞8较大时,器官相对内窥镜末端装置6向下运动,如图6所示机器人给予内窥镜末端装置向下方向的位移补偿,从而减小呼吸作用下器官和内窥镜末端装置之间的相对位移。通过内窥镜操作机器人的控制作用,能够基本消除保呼吸状态下内窥镜末端装置和人体器官之间的相对位移。



图1

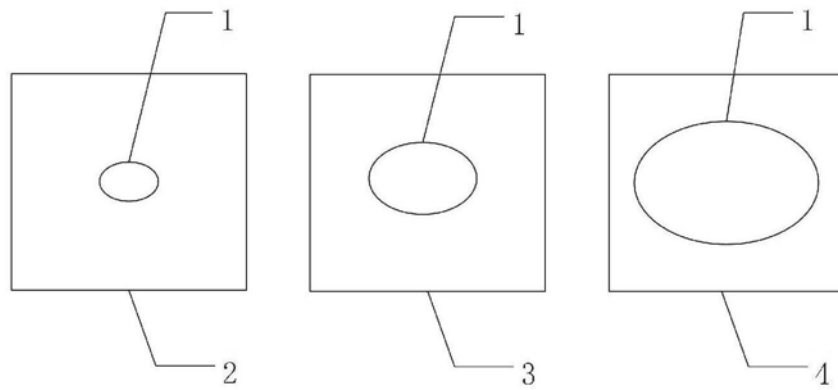


图2

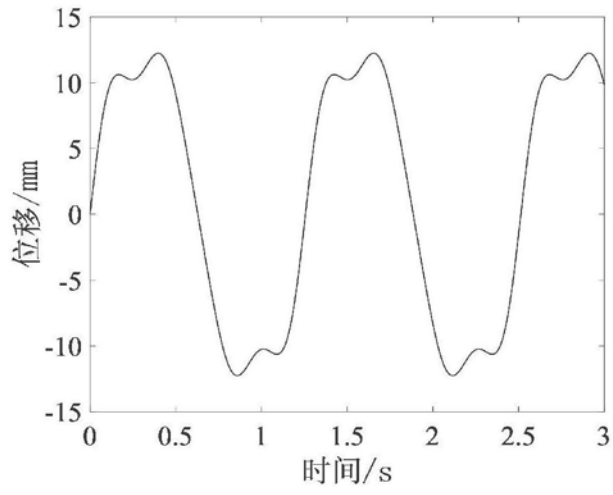


图3

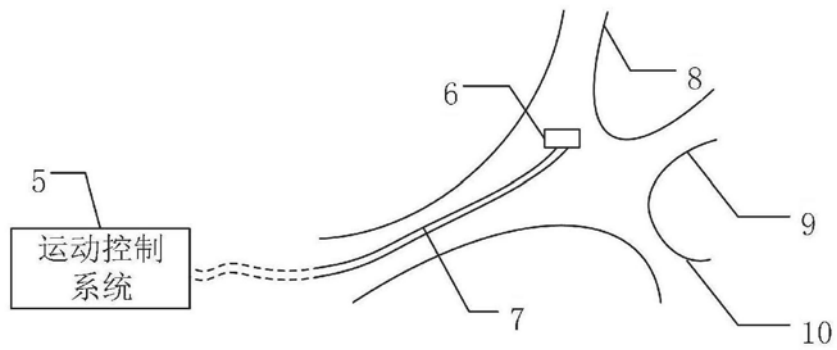


图4

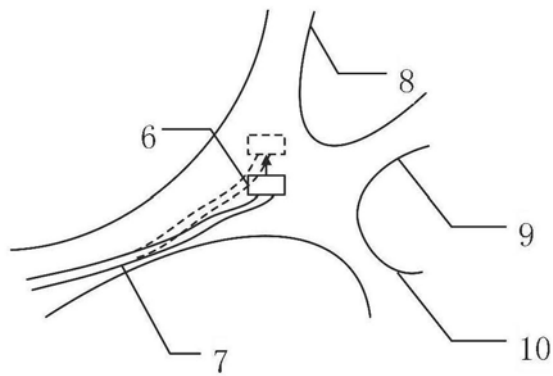


图5

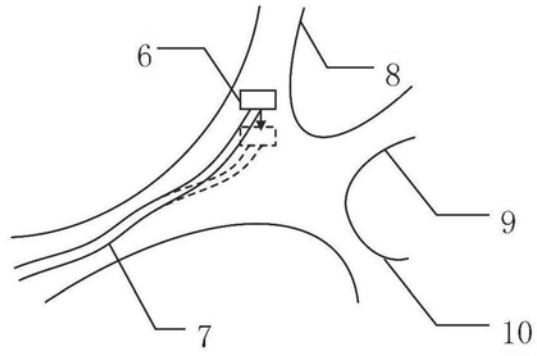


图6

专利名称(译)	一种用于柔性内窥镜操作机器人的运动控制方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN110742691A</a>	公开(公告)日	2020-02-04
申请号	CN201910997683.5	申请日	2019-10-21
[标]申请(专利权)人(译)	南开大学		
申请(专利权)人(译)	南开大学		
当前申请(专利权)人(译)	南开大学		
[标]发明人	代煜 陈通 张建勋		
发明人	代煜 陈通 张建勋		
IPC分类号	A61B34/30 A61B34/10 A61B34/00 A61B34/20		
CPC分类号	A61B34/20 A61B34/30 A61B34/70 A61B2034/105 A61B2034/301		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

一种用于柔性内窥镜操作机器人的运动控制方法，该方法首先需要获取人体完整呼吸运动周期内的图像信息。利用医学图像滤波和分割算法准确确定器官组织的边缘轮廓。利用边缘轮廓信息来确定器官随时间的位移变化情况，并绘制呼吸作用下器官的位移-时间曲线。在器官位移-时间曲线确定的情况下，参考位移-时间曲线的周期和波动幅值来对内窥镜操作机器人进行运动补偿。本发明通过实时超声图像直接跟踪器官运动，能直接显示不同人体和同一人体不同时间段呼吸运动规律；将通过采集超声图像获得的呼吸状态下的器官位移-时间曲线和内窥镜捕捉到的腔道孔洞图像进行配准，可以对因呼吸产生的内窥镜和人体器官之间的位移偏差进行补偿。

