



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105662478 B

(45)授权公告日 2019.01.25

(21)申请号 201510977415.9

(22)申请日 2015.12.23

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105662478 A

(43)申请公布日 2016.06.15

(73)专利权人 电子科技大学
地址 611731 四川省成都市高新区(西区)
西源大道2006号

(72)发明人 杨波 郑文锋 刘珊

(74)专利代理机构 成都行之专利代理事务所
(普通合伙) 51220

代理人 温利平

(51)Int.Cl.

A61B 9/00(2006.01)

A61B 34/30(2016.01)

(56)对比文件

CN 201145536 Y,2008.11.05,

CN 102106715 A,2011.06.29,

CN 104274244 A,2015.01.14,

CN 102238916 A,2011.11.09,

WO 2009147399 A1,2009.12.10,

US 2007151390 A1,2007.07.05,

审查员 胡叔芳

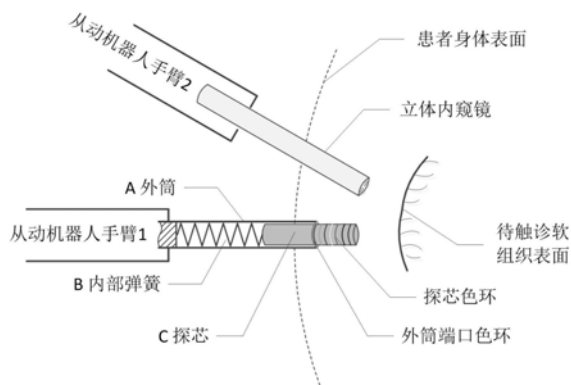
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种用于机器人辅助微创手术的触诊器械
及使用方法

(57)摘要

本发明公开了一种用于机器人辅助微创手术的触诊器械及触诊方法,其中,触诊器包括:外筒、内部弹簧探芯,其直接安装在手术机器人的机器手臂上,与立体内窥镜配合使用,进行体内软组织触诊。具体触诊过程为:先控制机器手臂至触诊点初位,测量出探芯自然外露长度,然后控制从动机器手臂至触诊点终位,再测量出此时探芯外露长度,进而计算出触诊点的硬度;通过对均匀分布在触诊区上的触诊点逐个检测后,利用二维插值技术获得触诊区硬度分布图,方便医生对病变区域的定位。



1. 一种用于机器人辅助微创手术的触诊器械,其特征在于,包括:

一外筒,利用医用金属材料制造;外筒的前半段为中空结构,且前端口标有色环,方便在图像中定位;外筒的后半段为实心结构,用于连接机器人手臂;

一内部弹簧,为线性压缩弹簧,用医用金属材料制造,安装于外筒内,且一端与外筒的后半段固定,另一端与活动的探芯连接;所述的内部弹簧的承受压力与缩进距离成正比;

一探芯,用医用金属材料制作的金属细杆,直径略小于外筒内径,探芯的部分杆体插入外筒内与内部弹簧连接,另一部分杆体探出外筒,当探芯前端正面受到压力后压迫内部弹簧回缩,再通过外露的杆体上标有不同颜色的色环刻度计算出触诊区域的软组织硬度;

其中,所述的触诊器械的使用流程为:

(1)、利用立体内窥镜获取触诊区图像;

(2)、对触诊区离散化

基于触诊区图像,将触诊区离散化为N个均匀分布的触诊点,初始化触诊点序号 $n=1$;

(3)、触诊区3D重构

基于触诊区图像,利用立体视觉匹配技术重构触诊区的3D形态,从而确定每个触诊点的三维坐标;

(4)、机器人手臂移至第n个触诊点

通过手术机器人控制系统,控制机器人手臂移至第n个触诊点的初位,此时机器人手臂上的触诊器械轴线垂直于触诊区表面,探芯刚刚接触第n个触诊点的初位,且保持内部弹簧不受力,探芯自然外露长度为a;

(5)、机器人手臂伸进长度a

通过手术机器人控制系统,控制机器人手臂沿触诊器械轴线向前伸进长度a,到达第n个触诊点的终位;

(6)、测量探芯受力后外露长度b

当触诊器械到达第n个触诊点的终位时,内部弹簧不再受力,测量此时的探芯自然外露长度b;

(7)、计算第n个触诊点硬度

$$H = 100 - 100 \frac{b}{a}$$

再将第n个触诊点硬度存入到触诊点硬度数据集;

(8)、判断n是否小于N,如果 $n < N$ 时,则将触诊点序号加1,即 $n = n + 1$,再返回步骤(4);反之,则执行步骤(9);

(9)、输出软组织硬度分布图

从触诊点硬度数据集中提取所有N个触诊点的硬度值,再基于各触诊点在触诊区图像中的位置,利用二维插值,估计每个触诊点以外的像素点的硬度,从而得到与触诊区图像大小相同的硬度分布图。

一种用于机器人辅助微创手术的触诊器械及使用方法

技术领域

[0001] 本发明属于医疗器械和诊断技术领域,更为具体地讲,涉及一种用于机器人辅助微创手术的触诊器械及使用方法。

背景技术

[0002] 在当代外科手术中,微创手术由于其创口小、术后恢复快、住院时间短等优点在临床得到广泛应用。近年来,机器人技术不断的用于微创手术领域,增强了医生手术操作的灵活性、协调性和稳定性,进一步的拓展了微创手术的应用范围。

[0003] 如图1所示,以美国Intuitive Surgical公司的“达芬奇”手术机器人为例,它是目前全球最先进的微创手术机器人,也是唯一商用化的手术机器人。它由主控台、(床旁)从动机器人手臂和立体内窥镜成像系统组成。手术医生通过观察探入体内的立体内窥镜实时反馈影像,操作主控台上的控制杆,远程控制多个从动机器人手臂及探入体内的微创手术器械完成手术。然而,即便操作最先进的“达芬奇”进行微创手术也存在诸多限制。由于无法感知触觉信息,医生在进行机器人辅助微创手术时,无法对病人进行触诊,这使得医生丧失了一种能够快速、直接检测软组织或器官病变的最重要途径。

[0004] 其次,以常规手术中的肿瘤检查为例,医生常通过对体内软组织的触摸和按压,根据软组织硬度分布,判断肿瘤位置和大小。如何在机器辅助微创手术中实现有效的触觉,已经成微创手术领域亟待解决的问题。

[0005] 随着新型传感器技术的发展,国外有学者开始尝试采用微型触觉或力觉传感器进行软组织硬度测量,然而微型传感器往往结构复杂、机构精密,对工作环境要求高,设计和制造成本高,目前仅停留在实验室阶段,难以临床应用。另外,微型传感器最终将触觉或力觉转换为电信号输出,需要占用手术机器人系统的信号通道,不利于与现有手术机器人系统的集成。此外,在触诊方法方面,仅仅依赖微型传感器,对单点进行硬度测试,无法实现完整的触诊感知。触觉或力觉传感器仅能给出单个或若干个点的力反馈信息,无法基于软组织触诊区域的3D形态和具体部位给出完整的触诊区硬度分布图,不便于医生的诊断。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于克服现有技术的不足,提供一种用于机器人辅助微创手术的触诊器械及使用方法,可直接安装在手术机器人的从动机器人手臂上,无需手术机器人的直接驱动,无额外电信号的输出,可以为医生诊断提供可靠的触诊依据。

[0007] 为实现上述发明目的,本发明一种用于机器人辅助微创手术的触诊器械,其特征在于,包括:

[0008] 一外筒,利用医用金属材料制造;外筒的前半段为中空结构,且前端口标有色环,方便在图像中定位;外筒的后半段为实心结构,用于连接机器人手臂;

[0009] 一内部弹簧,为线性压缩弹簧,用医用金属材料制造,安装于外筒内,且一端与外筒的后半段固定,另一端与活动的探芯连接;所述的内部弹簧的承受压力与缩进距离成正

比；

[0010] 一探芯,用医用金属材料制作的金属细杆,直径略小于外筒内径,探芯的部分杆体插入外筒内与内部弹簧连接,另一部分杆体探出外筒,当探芯前端正面受到压力后压迫内部弹簧回缩,再通过外露的杆体上标有不同颜色的色环刻度计算出触诊区域的软组织硬度。

[0011] 本发明还提供了一种触诊器械的使用方法,其特征在于,包括以下步骤:

[0012] (1)、利用立体内窥镜获取触诊区图像;

[0013] (2)、对触诊区离散化

[0014] 基于触诊区图像,将触诊区离散化为N个均匀分布的触诊点,初始化触诊点序号 $n=1, n=1, 2, \dots, N$;

[0015] (3)、触诊区3D重构

[0016] 基于触诊区图像,利用立体视觉匹配技术重构触诊区的3D形态,从而确定每个触诊点的三维坐标;

[0017] (4)、机器人手臂移至第n个触诊点

[0018] 通过手术机器人控制系统,控制机器人手臂移至第n个触诊点的初位,此时机器人手臂上的触诊器械轴线垂直于触诊区表面,探芯刚刚接触第n个触诊点的初位,且保持内部弹簧不受力,探芯自然外露长度为a;

[0019] (5)、机器人手臂伸进长度a:

[0020] 通过手术机器人控制系统,控制机器人手臂沿触诊器械轴线向前伸进长度a,到达第n个触诊点的终位;

[0021] (6)、测量探芯受力后外露长度b

[0022] 当触诊器械到达第n个触诊点的终位时,内部弹簧不再受力,测量此时的探芯自然外露长度b;

[0023] (7)、计算第n个触诊点硬度

$$[0024] \quad H = 100 - 100 \frac{b}{a}$$

[0025] 再将第n个触诊点硬度存入到触诊点硬度数据集;

[0026] (8)、判断n是否小于N,如果 $n < N$ 时,则将触诊点序号加1,即 $n = n + 1$,再返回步骤(4);反之,则执行步骤(9);

[0027] (9)、输出软组织硬度分布图

[0028] 从触诊点硬度数据集中提取所有N个触诊点的硬度值,再基于各触诊点在触诊区图像中的位置,利用二维插值,估计每个触诊点以外的像素点的硬度,从而得到与触诊区图像大小相同的硬度分布图。

[0029] 本发明的发明目的是这样实现的:

[0030] 本发明一种用于机器人辅助微创手术的触诊器械包括:外筒、内部弹簧探芯,其直接安装在手术机器人的机器人手臂上,与立体内窥镜配合使用,进行体内软组织触诊。具体触诊过程为:先控制机器人手臂至触诊点初位,测量出探芯自然外露长度,然后控制从动机器人手臂至触诊点终位,再测量出此时探芯外露长度,进而计算出触诊点的硬度;通过对均匀分布在触诊区上的触诊点逐个检测后,利用二维插值技术获得触诊区硬度分布图,方便

医生对病变区域的定位。

[0031] 同时,本发明一种用于机器人辅助微创手术的触诊器械及使用方法还具有以下有益效果:

[0032] (1)、触诊器械结构简单,由纯机械构件组成,制造、维护和使用简单,可直接安装在手术机器人手臂上,无需手术机器人直接控制或驱动,无电信号传输,不占用手术机器人信号通道,易于与现有手术机器人系统的集成。

[0033] (2)、充分利用手术机器人系统中标配的立体内窥镜,从其获取的触诊区图像中检测触诊器械探芯受力后的外露长度,从而计算出触诊点的硬度;无需增加新的装置,无需力传感器或触觉触感器;另外,触诊器械外筒端口和外露探芯上标识有不同颜色的色环和色环刻度,简化了基于图像的探芯外露长度检测,提高了检测的效率和精度。

[0034] (3)、通过对触诊区的离散化,获得均匀分布的触诊点,逐个检测硬度后,利用二维插值技术获得触诊区硬度分布图,触诊结果更直观,方便医生对病变区域的定位。

附图说明

[0035] 图1是“达芬奇”微创手术机器人原理图;

[0036] 图2本发明一种用于机器人辅助微创手术的触诊器械结构及使用示意图;

[0037] 图3是本发明一种用于机器人辅助微创手术的触诊方法流程图;

[0038] 图4是本发明一种用于机器人辅助微创手术的触诊方法原理示意图;

[0039] 图5是利用本发明所述的触诊结果示意图。

具体实施方式

[0040] 下面结合附图对本发明的具体实施方式进行描述,以便本领域的技术人员更好地理解本发明。需要特别提醒注意的是,在以下的描述中,当已知功能和设计的详细描述也许会淡化本发明的主要内容时,这些描述在这里将被忽略。

[0041] 实施例

[0042] 图2本发明一种用于机器人辅助微创手术的触诊器械结构及使用示意图。

[0043] 在本实施例中,如图2所示,本发明一种用于机器人辅助微创手术的触诊器械,包括:外筒、内部弹簧和探芯。

[0044] 其中,外筒是利用医用金属材料制造;外筒的前半段为中空结构,且前端口标有色环,方便在图像中定位;外筒的后半段为实心结构,用于连接机器人手臂;

[0045] 内部弹簧为线性压缩弹簧,用医用金属材料制造,安装于外筒内,且一端与外筒的后半段固定,另一端与活动的探芯连接;所述的内部弹簧的承受压力与缩进距离成正比;

[0046] 探芯用医用金属材料制作的金属细杆,直径略小于外筒内径,探芯的部分杆体插入外筒内与内部弹簧连接,另一部分杆体探出外筒,当探芯前端正面受到压力后压迫内部弹簧回缩,再通过外露的杆体上标有不同颜色的色环刻度计算出触诊区域的软组织硬度,其中,每种颜色代表一定的外露长度,方便从图像中检测外露长度。

[0047] 在本实施例中,如图3所示,一种触诊器械的使用方法,是基于邵氏硬度测试原理,其具体包括以下步骤:

[0048] S0、触诊开始,利用立体内窥镜获取触诊区图像。

[0049] S1、对触诊区离散化

[0050] 基于触诊区图像,将触诊区离散化为N个均匀分布的触诊点,初始化触诊点序号 $n=1, n=1, 2, \dots, N$ 。

[0051] S2、触诊区3D重构

[0052] 基于触诊区图像,利用立体视觉匹配技术重构触诊区的3D形态,从而确定每个触诊点的三维坐标;

[0053] 在本实施例中,可采用(但不限于)Richa等在文献《Three-dimensional motion tracking for beating heart surgery using a thin-plate spline deformable model》中提出的基于薄板样条(TPS)模型的三维重构方法,或采用Stoyanov等在文献《A practical approach towards accurate dense 3D depth recovery for robotic laparoscopic surgery》中提出的基于分段双线性映射(PBM)的三维重构方法。

[0054] 下面结合图4对对触诊器械的触诊方法进行详细说明,具体如步骤S3-S6

[0055] S3、机器人手臂移至第n个触诊点

[0056] 根据第n个触诊点的三维坐标,通过手术机器人控制系统,控制机器人手臂移至第n个触诊点的初位,此时机器人手臂上的触诊器械轴线垂直于触诊区表面,探芯刚刚接触第n个触诊点的初位,且保持内部弹簧不受力,探芯自然外露长度为a,其中,a为已知长度。

[0057] S4、机器人手臂伸进长度a

[0058] 通过手术机器人控制系统,控制机器人手臂沿触诊器械轴线向前伸进长度a,与探芯自然外露长度相等,到达第n个触诊点的终位。

[0059] S5、测量探芯受力后外露长度b

[0060] 当触诊器械到达第n个触诊点的终位时,内部弹簧不再受力,利用外筒端口色环和探芯外露杆体上的色环刻度,从立体内窥镜采集的图像中可以快速、准确的检测出此时的探芯自然外露长度b。

[0061] S6、计算第n个触诊点硬度

$$[0062] \quad H = 100 - 100 \frac{b}{a}$$

[0063] 再将第n个触诊点硬度存入到触诊点硬度数据集。

[0064] S7、判断n是否小于N,如果 $n < N$ 时,则执行步骤S8;反之,则执行步骤S9。

[0065] S8、 $n=n+1$;触诊点序号加1,再返回步骤(3),进入下一个触诊点的测量。

[0066] S9、输出软组织硬度分布图

[0067] 从触诊点硬度数据集中提取所有N个触诊点的硬度值,再基于各触诊点在触诊区图像中的位置,利用二维插值,估计每个触诊点以外的像素点的硬度,从而得到与触诊区图像大小相同的硬度分布图。

[0068] 图5是利用本发明所述的触诊结果示意图。

[0069] 在本实施例中,如图5所示,软组织触诊区图像来自某微创手术中立体内窥镜左镜获取的图像。触诊区大小为 300×400 像素,将其离散化为 10×10 的触诊点矩阵,即横向每间隔40个像素点确定一个触诊点,纵向每间隔30个像素点确定一个触诊点,共 $N=100$ 个触诊点。分别对这100个触诊点进行硬度测量后,对触诊点以外的像素点利用二维插值技术进行硬度估计,得到触诊区硬度分布图。

[0070] 其中,如图5(a)是触诊区图像,5(b)是硬度分布图,通过对比硬度分布图和触诊区图像可以准确定位高硬度区域,即可能存在肿块或病变的区域。

[0071] 尽管上面对本发明说明性的具体实施方式进行了描述,以便于本技术领域的技术人员理解本发明,但应该清楚,本发明不限于具体实施方式的范围,对本技术领域的普通技术人员来讲,只要各种变化在所附的权利要求限定和确定的本发明的精神和范围内,这些变化是显而易见的,一切利用本发明构思的发明创造均在保护之列。

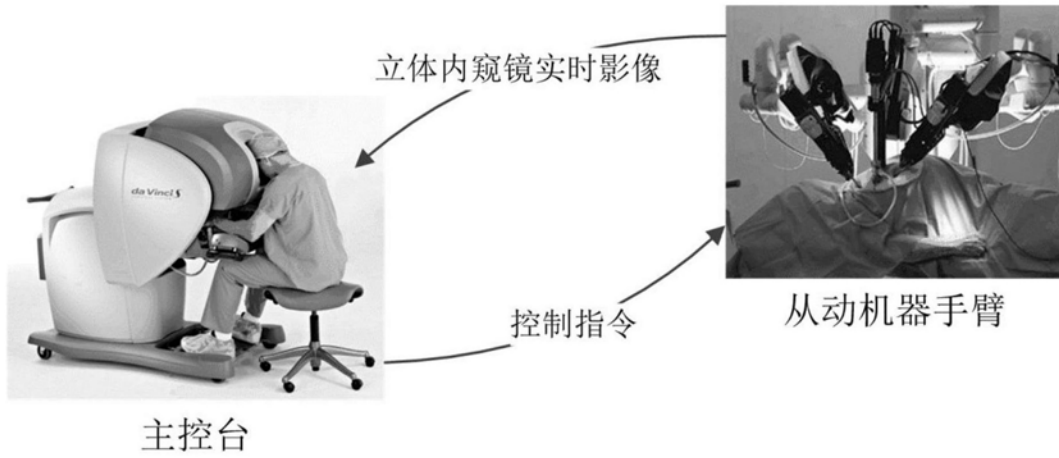


图1

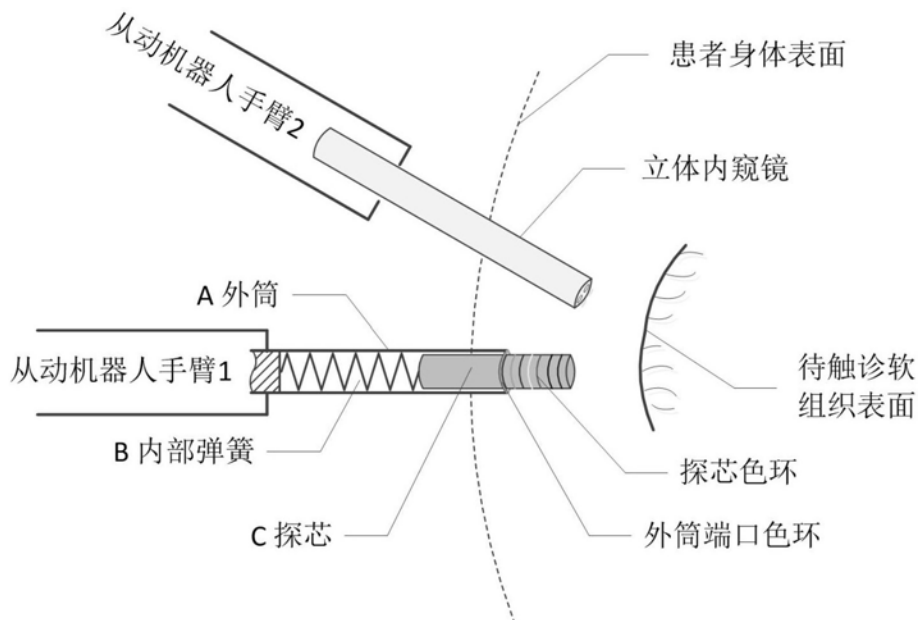


图2

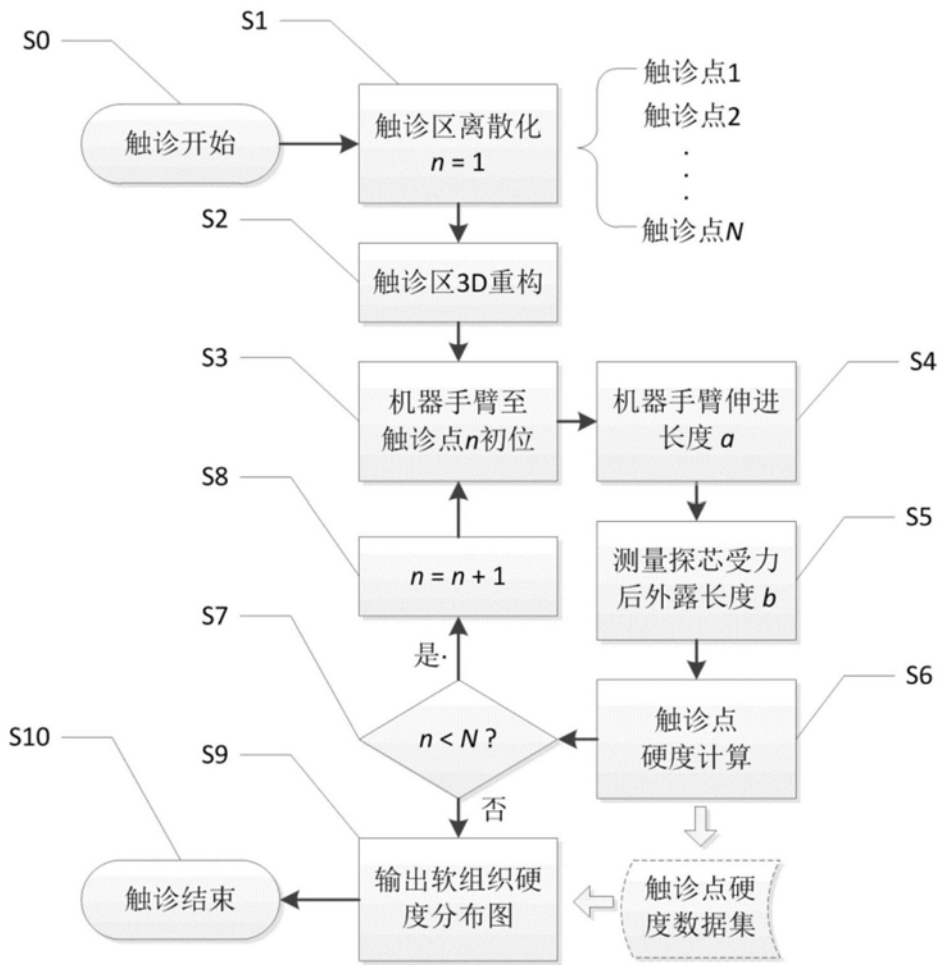


图3

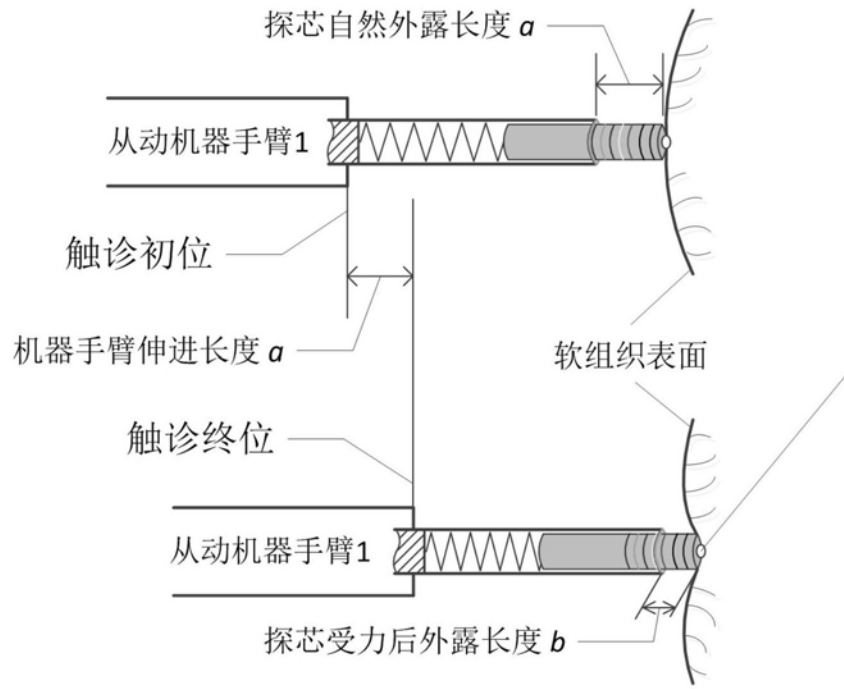


图4

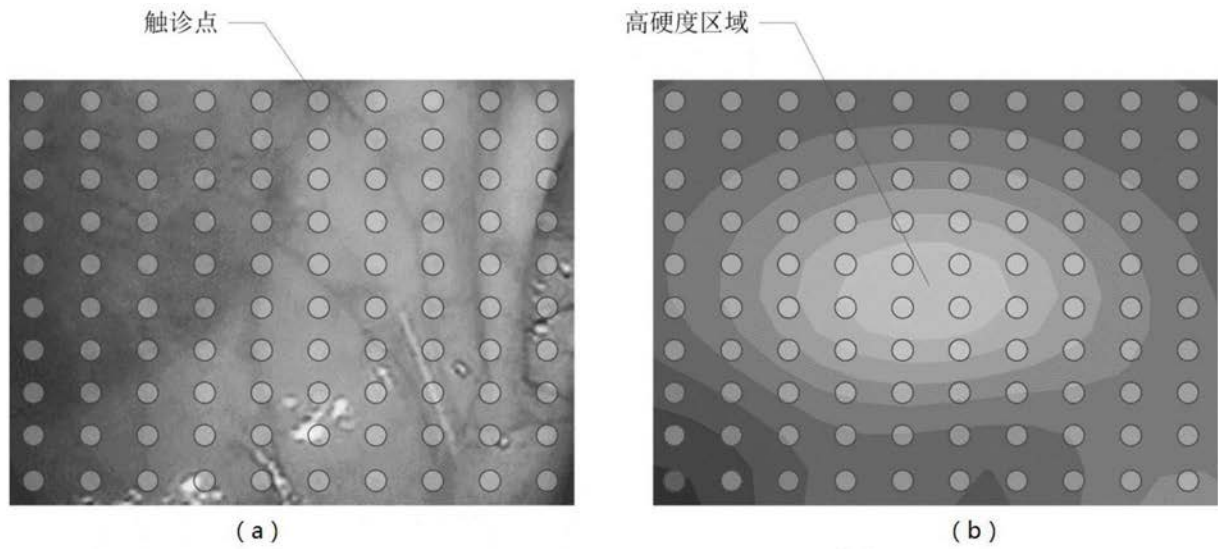


图5

| | | | |
|----------------|--|---------|------------|
| 专利名称(译) | 一种用于机器人辅助微创手术的触诊器械及使用方法 | | |
| 公开(公告)号 | CN105662478B | 公开(公告)日 | 2019-01-25 |
| 申请号 | CN201510977415.9 | 申请日 | 2015-12-23 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 电子科技大学 | | |
| 申请(专利权)人(译) | 电子科技大学 | | |
| 当前申请(专利权)人(译) | 电子科技大学 | | |
| [标]发明人 | 杨波 郑文锋 刘珊 | | |
| 发明人 | 杨波 郑文锋 刘珊 | | |
| IPC分类号 | A61B9/00 A61B34/30 | | |
| CPC分类号 | A61B9/00 | | |
| 代理人(译) | 温利平 | | |
| 其他公开文献 | CN105662478A | | |
| 外部链接 | Espacenet SIPO | | |

摘要(译)

本发明公开了一种用于机器人辅助微创手术的触诊器械及触诊方法，其中，触诊器包括：外筒、内部弹簧探芯，其直接安装在手术机器人的机器手臂上，与立体内窥镜配合使用，进行体内软组织触诊。具体触诊过程为：先控制机器手臂至触诊点初位，测量出探芯自然外露长度，然后控制从动机器手臂至触诊点终位，再测量出此时探芯外露长度，进而计算出触诊点的硬度；通过对均匀分布在触诊区上的触诊点逐个检测后，利用二维插值技术获得触诊区硬度分布图，方便医生对病变区域的定位。

