

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103169443 A

(43) 申请公布日 2013. 06. 26

(21) 申请号 201310107217. 8

(22) 申请日 2013. 03. 29

(71) 申请人 哈尔滨工业大学深圳研究生院
地址 518000 广东省深圳市南山区西丽深圳
大学城哈工大校区

(72) 发明人 楼云江 王勋 张松振

(74) 专利代理机构 深圳市科吉华烽知识产权事
务所(普通合伙) 44248
代理人 胡吉科 孙伟

(51) Int. Cl.
A61B 1/00(2006. 01)

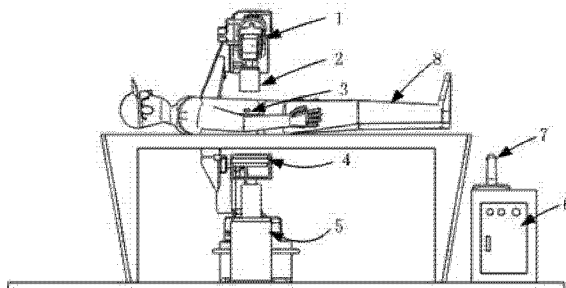
权利要求书1页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统

(57) 摘要

本发明提供了一种基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统,包括灵巧机器人、第一磁场发生器、胶囊内窥镜、第二磁场发生器、二自由度转台和控制单元;其中,所述第一磁场发生器固定于所述灵巧机器人上,所述第二磁场发生器固定于所述二自由度转台上,所述胶囊内窥镜具有磁性,所述控制单元分别与所述灵巧机器人、二自由度转台连接。本发明的有益效果是:可通过控制单元来分别驱动灵巧机器人和二自由度转台,通过灵巧机器人来改变第一磁场发生器的位置和姿态,通过二自由度转台来改变第二磁场发生器的姿态,从而通过第一磁场发生器与第二磁场发生器的相对位置和姿态的变化来引导胶囊内窥镜在受检者体内运动。



1. 一种基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统,其特征在于:包括灵巧机器人、第一磁场发生器、胶囊内窥镜、第二磁场发生器、二自由度转台和控制单元;其中,所述第一磁场发生器固定于所述灵巧机器人上,所述第二磁场发生器固定于所述第二自由度转台上,所述胶囊内窥镜具有磁性,所述控制单元分别与所述灵巧机器人、二自由度转台连接;所述胶囊内窥镜位于所述第一磁场发生器与所述第二磁场发生器之间,通过所述第一磁场发生器与所述第二磁场发生器的相对位置和姿态的变化来引导所述胶囊内窥镜在受检者体内运动。

2. 根据权利要求1所述基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统,其特征在于:所述控制单元为伺服控制单元,所述灵巧机器人包括第一伺服电机、与所述第一伺服电机连接的传动机构和与所述传动机构连接的末端执行器,所述第一磁场发生器固定于所述灵巧机器人的末端执行器上。

3. 根据权利要求1所述基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统,其特征在于:所述控制单元为伺服控制单元,所述二自由度转台包括第二伺服电机、与所述第二伺服电机连接的旋转立柱和与所述旋转立柱旋转连接的角度调整板,所述第二磁场发生器固定于所述二自由度转台的角度调整板上。

4. 根据权利要求1所述基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统,其特征在于:所述灵巧机器人为多自由度串联机器人、多自由度并联机器人、多自由度混联机器人中的任意一种。

5. 根据权利要求1所述基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统,其特征在于:所述基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统还包括多自由度控制手柄,所述多自由度控制手柄与所述控制单元连接,为所述控制单元提供控制所述灵巧机器人和所述二自由度转台需到达的位置信号。

6. 根据权利要求1所述基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统,其特征在于:所述胶囊内窥镜包括磁性套筒和安装在所述磁性套筒两端的胶囊帽。

7. 根据权利要求1所述基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统,其特征在于:所述胶囊内窥镜内设有磁体。

8. 根据权利要求7所述基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统,其特征在于:所述磁体为永久磁条,所述永久磁条沿所述胶囊内窥镜的轴线对称分布。

9. 根据权利要求1所述基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统,其特征在于:所述胶囊内窥镜内设有电磁感应线圈。

10. 根据权利要求1所述基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统,其特征在于:所述第一磁场发生器为永磁体装置、通电线圈装置中的任意一种,所述第二磁场发生器为永磁体装置、通电线圈装置中的任意一种。

基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统

技术领域

[0001] 本发明涉及胶囊内窥镜运动控制系统,尤其涉及基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统。

背景技术

[0002] 当前,消化道疾病已成为最常见最多发的疾病之一。临床上常用的内窥镜检查都是使用插管的方式,但由于消化道狭窄曲折,长距离插入困难,小肠成为检查的“盲区”。另一方面,在检查过程中患者痛苦大,容易造成交叉感染,引起诸多并发症。

[0003] 和传统内窥镜相比,胶囊内窥镜有诸多优点,其操作方便、易耐受、微创、小肠诊断率高、避免交叉感染、全胃肠道彩色图像、资料利于会诊、教学、保存。

[0004] 但是目前的临床产品还存在很多缺陷,例如:仅靠胃肠道蠕动和重力被动提供动力前行,拍摄过程随机,无法对可疑病灶进行重点观察;不能对胶囊进行定位和主动控制,易发生漏检及体内嵌顿、滞留现象;检测耗时较长;无法进行活检和镜下治疗。

[0005] 现有的胶囊内窥镜主动控制方法主要有两大类。第一类方法中,动力装置与胶囊内窥镜一体,其驱动力来自于体内胶囊本身,包括形状记忆合金驱动、蠕动式驱动、电刺激驱动、压电陶瓷驱动、液压驱动、气动驱动等。1979年 Frazer 在其发明专利文献(美国发明专利:US4176662)提出蠕动式驱动方式,适用于管道机器人、肠道机器人等领域。该类微型机器人主要包括前气囊、后气囊和风箱三个部分。通过周期性的控制前后气囊与风箱的充气放气,实现微型机器人在肠道内的前进或后退。2005年,韩国学者 Kim 等人提出利用压电陶瓷驱动一个仿蚯蚓机器人(“An earthworm-like locomotive mechanism for capsule endoscopes”, IROS2005, pp: 2997-3002, 2005)。2006年,韩国学者 Park 等人模拟单人划船,提出胶囊内窥镜的划桨式驱动方法(“Multi-functional capsule endoscope for gastro-intestinal tract, “SICE-ICASE, 2006. International Joint Conference, Pp. 2090-2093, 2006)。2009年,意大利学者 Valdastrì 等人提出带倒钩的多腿驱动方式(“A New Mechanism for Mesoscale Legged Locomotion in Compliant Tubular Environments”, IEEE Transactions on Robotics, 25(5): 1047-1057, 2009)。此类驱动方式应用于胶囊内窥镜存在以下缺点:一是其驱动装置与内窥镜一体,驱动装置大大增加了内窥镜的尺寸。二是其驱动能量来自于电能,驱动机构要分享胶囊内部的电能。目前无线能量传输技术尚不够成熟,胶囊内窥镜的能量主要由内置电池提供。若要提供足够的电能,则需要增加内置电池数量,继而导致胶囊内窥镜的尺寸进一步增加。三是采用机械装置驱动,可能对消化道造成损害。因此,动力装置内置的方式不适合于胶囊内窥镜。

[0006] 第二类主动控制方法是非接触式的驱动方式,如微波驱动、磁场驱动等。非接触式驱动不需要使用胶囊内置的电池电能,不增加(或仅少量增加)胶囊尺寸,对消化道无损伤,因此,非接触式驱动能够满足胶囊内窥镜的应用需求。目前,国内外胶囊内窥镜的驱动研究主要集中在磁场驱动方向。日本奥林巴斯株式会社公司中国分公司在专利文献(JP2004-255174, CN200480003501.X)中提出采用外加三维旋转磁场进行驱动的方案。在

该方案中,胶囊内置磁体外表嵌有螺纹,依靠由大型电磁铁产生的三维旋转磁场产生推动力前行。通过改变外磁场的方向来控制胶囊运动方向,通过改变产生外磁场的电流强度、频率来改变胶囊的运动速度。该方案能够实现胶囊的运动驱动,但是三维旋转磁场的控制方法十分复杂,螺旋结构胶囊通过转动实现平移前进,螺旋结构与肠道会产生接触摩擦而引起肠道粘连,从而对人体肠道造成较大伤害,不利于临床推广应用。而且,该装置过于笨重且能量消耗极大。

[0007] 2009 年华中科技大学刘胜等人提出的用于胶囊内窥镜检测的磁导航式运动控制系统(专利申请号:200910273088),利用永磁体悬臂支架和可移动病床相结合的方式实现胶囊磁引导运动控制,该系统中悬臂支架呈 C 形,两个磁装配体分别固定在支架右端的开口处。支架固定在基座上,可绕基座进行旋转,继而实现驱动磁场的位置变换和对胶囊的驱动。但是,该方法中两个磁源固定在同一个支架上,需要对 C 形臂和病床进行联合的位置控制才能对磁场进行调整,不仅控制不够灵活,需要一定的时间来进行位置变换,而且由于肠道曲折变化则大大降低了系统效率。同时,由于在驱动过程中需要不停地改变病床的位置,易造成受检者不适。因此,该方法一定程度上不适用于临床的推广与应用。

[0008] 现有的胶囊内窥镜系统经过临床试验证明,其对消化道疾病具有良好的诊断效果。但目前还存在一些问题有待解决,其中最重要的便是胶囊的主动控制问题。胶囊内窥镜检查通过分析胃肠道的图像来诊断病情,医师需要知道胶囊的具体位置,但目前内窥镜胶囊采用胃肠道蠕动方式运动,即使发现肠道有异常现象,也无法对可疑病灶做进一步的重点观察,而且还可能存在胶囊嵌顿、胃内滞留等现象;同时,由于胶囊在移动过程中无法干预,只是将肠道图像进行保存,则无法实现在观察的同时进行活体组织切片和药物释放治疗等功能。

[0009] 对于现有的仿尺蠖驱动方式、划桨式驱动方式、多腿倒钩式驱动方式、活塞式电磁驱动方式等,其动力源来自胶囊内部,动力驱动装置与胶囊内窥镜一体,存在着如下缺陷: 1. 驱动装置占据大量胶囊内部空间,增大了胶囊尺寸; 2. 驱动机构要消耗胶囊内部大量宝贵能量; 3. 依靠机械驱动,不仅速度慢,还可能损伤肠道内部; 4. 系统的可靠性尚不能保证。

[0010] 而对于现有的利用磁场力驱动胶囊内窥镜方式的缺陷则突出表现在其运动能力有限,灵巧度不够,不能实现全自由度的位姿控制,导致出现胶囊嵌顿、滞留等现象;或者对胶囊外形有特殊要求,会对人体肠道造成伤害等。

[0011] 因此,研发能够实现全自由度位姿控制的主动式胶囊内窥镜运动控制系统具有重要意义,这也将为下一步的活体组织检查与镜下治疗打下重要基础。

发明内容

[0012] 为了解决现有技术中难以对胶囊内窥镜进行主动控制的问题,本发明提供了一种基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统。

[0013] 本发明提供了一种基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统,包括灵巧机器人、第一磁场发生器、胶囊内窥镜、第二磁场发生器、二自由度转台和控制单元;其中,所述第一磁场发生器固定于所述灵巧机器人上,所述第二磁场发生器固定于所述二自由度转台上,所述胶囊内窥镜具有磁性,所述控制单元分别与所述灵巧机器人、二自由度转

台连接；所述胶囊内窥镜位于所述第一磁场发生器与所述第二磁场发生器之间，通过所述第一磁场发生器与所述第二磁场发生器的相对位置和姿态的变化来引导所述胶囊内窥镜在受检者体内运动。

[0014] 作为本发明的进一步改进，所述控制单元为伺服控制单元，所述灵巧机器人包括第一伺服电机、与所述第一伺服电机连接的传动机构和与所述传动机构连接的末端执行器，所述第一磁场发生器固定于所述灵巧机器人的末端执行器上。

[0015] 作为本发明的进一步改进，所述控制单元为伺服控制单元，所述二自由度转台包括第二伺服电机、与所述第二伺服电机连接的旋转立柱和与所述旋转立柱旋转连接的角度调整板，所述第二磁场发生器固定于所述二自由度转台的角度调整板上。

[0016] 作为本发明的进一步改进，所述灵巧机器人为多自由度串联机器人、多自由度并联机器人、多自由度混联机器人中的任意一种。

[0017] 作为本发明的进一步改进，所述基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统还包括多自由度控制手柄，所述多自由度控制手柄与所述控制单元连接，为所述控制单元提供控制所述灵巧机器人和所述二自由度转台需到达的位置信号。

[0018] 作为本发明的进一步改进，所述灵巧机器人为六自由度串联机器人。

[0019] 作为本发明的进一步改进，所述胶囊内窥镜包括磁性套筒和安装在所述磁性套筒两端的胶囊帽。

[0020] 作为本发明的进一步改进，所述胶囊内窥镜内设有磁体。

[0021] 作为本发明的进一步改进，所述磁体为永久磁条，所述永久磁条沿所述胶囊内窥镜的轴线对称分布，所述永久磁条可以有一条，所述永久磁条也可以至少有二条。

[0022] 作为本发明的进一步改进，所述胶囊内窥镜内设有电磁感应线圈。

[0023] 作为本发明的进一步改进，所述第一磁场发生器为永磁体装置、通电线圈装置中的任意一种，所述第二磁场发生器为永磁体装置、通电线圈装置中的任意一种。

[0024] 本发明的有益效果是：通过上述方案，可通过控制单元来分别驱动灵巧机器人和二自由度转台，通过灵巧机器人来改变第一磁场发生器的位置和姿态，通过二自由度转台来改变第二磁场发生器的姿态，从而通过第一磁场发生器与第二磁场发生器的相对位置和姿态的变化来引导胶囊内窥镜在受检者体内运动，有利于减小导胶囊内窥镜的体积，实现对体内胶囊内窥镜的高精度的、灵活的磁场驱动控制。

附图说明

[0025] 图 1 是本发明一种基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统的主视图；

图 2 是本发明一种基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统的立体结构示意图；

图 3 是本发明一种基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统的磁场驱动胶囊内窥镜的示意图；

图 4 是本发明一种基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统的结构示意图；

图 5 是本发明一种基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统的胶囊内

窥镜的位姿调整示意图；

图 6 是本发明一种基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统的胶囊内窥镜的位姿调整示意图；

图 7 是本发明一种基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统的胶囊内窥镜的位姿调整示意图；

图 8 是本发明一种基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统的胶囊内窥镜的位姿调整示意图；

图 9 是本发明一种基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统的实施例 2 的示意图；

图 10 是本发明一种基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统的实施例 3 的示意图；

图 11 是本发明一种基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统的实施例 4 的示意图；

图 12 是本发明一种基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统中胶囊内窥镜的装配示意图；

图 13 是本发明一种基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统中胶囊内窥镜的装配示意图；

具体实施方式

[0026] 下面结合附图说明及具体实施方式对本发明进一步说明。

[0027] 图 1 至图 13 中的附图标号为：灵巧机器人 1；第一磁场发生器 2；胶囊内窥镜 3；第二磁场发生器 4；二自由度转台 5；伺服控制单元 6；多自由度控制手柄 7；受检者 8。

[0028] 实施例 1

本发明可采用如图 1 所示的一种基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统来实现对体内胶囊内窥镜 3 的高精度的灵活的磁场驱动控制。

[0029] 如图 1 至图 4 所示，一种基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统包括灵巧机器人、第一磁场发生器 2、胶囊内窥镜 3、第二磁场发生器 4、二自由度转台 5，其中，灵巧机器人 1 采用六自由度串联机器人，第一磁场发生器 2 与第二磁场发生器 4 皆采用永磁体装置。

[0030] 如图 1 至图 4 所示，六自由度串联机器人的末端执行器上固定有第一磁场发生器 2，在受检者 8 腹部区域上部提供驱动磁场；第二磁场发生器 4 固定在二自由度转台 5 上面，在受检者 8 下面提供驱动磁场。胶囊内窥镜 3 有磁性，位于受检者 8 体内，提供肠道信息采集等基本功能。

[0031] 如图 1 至图 4 所示，所述灵巧机器人 1 包括第一伺服电机、与所述第一伺服电机连接的传动机构和与所述传动机构连接的末端执行器，所述第一磁场发生器 2 固定于所述灵巧机器人 1 的末端执行器上。

[0032] 如图 1 至图 4 所示，所述二自由度转台 5 包括第二伺服电机、与所述第二伺服电机连接的旋转立柱和与所述旋转立柱旋转连接的角度调整板，所述第二磁场发生器 4 固定于所述二自由度转台 5 的角度调整板上。

[0033] 如图 5 至图 8 所示,伺服控制单元 6 对灵巧机器人 1 的第一伺服电机和二自由度转台 5 的第二伺服电机分别进行动作控制,调整灵巧机器人 1 和二自由度转台 5 的相对位置和姿态,继而实现对第一磁场发生器 2、第二磁场发生器 4 的相对位置和姿态(即倾斜角度)的控制,从而得到驱动磁性的胶囊内窥镜 3 所需的合成磁场,最终实现对胶囊内窥镜 3 的位置、姿态、方向以及移动速度的控制。

[0034] 如图 1 至图 4 所示,胶囊内窥镜 3 在受检者 8 体内的运动,可利用多自由度控制手柄 7 进行人工导航控制,或利用即时定位与地图构建(SLAM)技术实现自主导航控制。

[0035] 如图 1 至图 4 所示,多自由度控制手柄 7 与伺服控制单元 6 连接,为伺服控制单元 6 提供控制灵巧机器人 1 的第一伺服电机和二自由度转台 5 的第二伺服电机需到达的位置信号。

[0036] 实施例 2

本发明可采用如图 9 所示的一种基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统来实现对体内胶囊内窥镜 3 的高精度的灵活的磁场驱动控制。

[0037] 如图 9 所示,一种基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统包括灵巧机器人 1、第一磁场发生器 2、胶囊内窥镜 3、第二磁场发生器 4、二自由度转台 5,其中,灵巧机器人 1 采用六自由度串联机器人,第一磁场发生器 2 与第二磁场发生器 4 皆采用通电线圈装置。

[0038] 如图 9 所示,六自由度串联机器人的末端执行器上固定有第一磁场发生器 2,在受检者 8 腹部区域上部提供驱动磁场;第二磁场发生器 4 固定在二自由度转台 5 上面,在受检者 8 下面提供驱动磁场。胶囊内窥镜 3 有磁性,位于受检者 8 体内,提供肠道信息采集等基本功能。

[0039] 所述灵巧机器人 1 包括第一伺服电机、与所述第一伺服电机连接的传动机构和与所述传动机构连接的末端执行器,所述第一磁场发生器 2 固定于所述灵巧机器人 1 的末端执行器上。

[0040] 所述二自由度转台 5 包括第二伺服电机、与所述第二伺服电机连接的旋转立柱和与所述旋转立柱旋转连接的角度调整板,所述第二磁场发生器 4 固定于所述二自由度转台 5 的角度调整板上。

[0041] 如图 5 至图 8 所示,伺服控制单元 6 对灵巧机器人 1 的第一伺服电机和二自由度转台 5 的第二伺服电机分别进行动作控制,调整灵巧机器人 1 和二自由度转台 5 的相对位置和姿态,继而实现对第一磁场发生器 2、第二磁场发生器 4 的相对位置和姿态的控制,从而得到驱动磁性的胶囊内窥镜 3 所需的合成磁场,最终实现对胶囊内窥镜 3 的位置、姿态、方向以及移动速度的控制。

[0042] 胶囊内窥镜 3 在受检者 8 体内的运动,可利用多自由度控制手柄 7 进行人工导航控制,或利用即时定位与地图构建(SLAM)技术实现自主导航控制。

[0043] 多自由度控制手柄 7 与伺服控制单元 6 连接,为伺服控制单元 6 提供控制灵巧机器人 1 的第一伺服电机和二自由度转台 5 的第二伺服电机需到达的位置信号。

[0044] 实施例 3

本发明可采用如图 10 所示的一种基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统来实现对体内胶囊内窥镜 3 的高精度的灵活的磁场驱动控制。

[0045] 如图 10 所示,一种基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统包括灵巧机器人 1、第一磁场发生器 2、胶囊内窥镜 3、第二磁场发生器 4、二自由度转台 5,其中,灵巧机器人 1 采用七自由度冗余机器人,第二磁场发生器 2 与第二磁场发生器 4 皆采用永磁体装置。

[0046] 如图 10 所示,七自由度冗余机器人的末端执行器上固定有第一磁场发生器 2,在受检者 8 腹部区域上部提供驱动磁场;第二磁场发生器 4 固定在二自由度转台 5 上面,在受检者 8 下面提供驱动磁场。胶囊内窥镜 3 有磁性,位于受检者 8 体内,提供肠道信息采集等基本功能。

[0047] 所述灵巧机器人 1 包括第一伺服电机、与所述第一伺服电机连接的传动机构和与所述传动机构连接的末端执行器,所述第一磁场发生器 2 固定于所述灵巧机器人 1 的末端执行器上。

[0048] 所述二自由度转台 5 包括第二伺服电机、与所述第二伺服电机连接的旋转立柱和与所述旋转立柱旋转连接的角度调整板,所述第二磁场发生器 4 固定于所述二自由度转台 5 的角度调整板上。

[0049] 如图 5 至图 8 所示,伺服控制单元 6 对灵巧机器人 1 的第一伺服电机和二自由度转台 5 的第二伺服电机分别进行动作控制,调整灵巧机器人 1 和二自由度转台 5 的相对位置和姿态,继而实现对第一磁场发生器 2、第二磁场发生器 4 的相对位置和姿态的控制,从而得到驱动磁性的胶囊内窥镜 3 所需的合成磁场,最终实现对胶囊内窥镜 3 的位置、姿态、方向以及移动速度的控制。

[0050] 胶囊内窥镜 3 在受检者 8 体内的运动,可利用多自由度控制手柄 7 进行人工导航控制,或利用即时定位与地图构建(SLAM)技术实现自主导航控制。

[0051] 多自由度控制手柄 7 与伺服控制单元 6 连接,为伺服控制单元 6 提供控制灵巧机器人 1 的第一伺服电机和二自由度转台 5 的第二伺服电机需到达的位置信号。

[0052] 实施例 4

本发明可采用如图 11 所示的一种基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统来实现对体内胶囊内窥镜 3 的高精度的灵活的磁场驱动控制。

[0053] 如图 11 所示,一种基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统包括灵巧机器人 1、第一磁场发生器 2、胶囊内窥镜 3、第二磁场发生器 4、二自由度转台 5,其中,灵巧机器人 1 采用七自由度冗余机器人,第二磁场发生器 2 与第二磁场发生器 4 皆采用通电线圈装置。

[0054] 如图 11 所示,七自由度冗余机器人的末端执行器上固定有第一磁场发生器 2,在受检者 8 腹部区域上部提供驱动磁场;第二磁场发生器 4 固定在二自由度转台 5 上面,在受检者 8 下面提供驱动磁场。胶囊内窥镜 3 有磁性,位于受检者 8 体内,提供肠道信息采集等基本功能。

[0055] 所述灵巧机器人 1 包括第一伺服电机、与所述第一伺服电机连接的传动机构和与所述传动机构连接的末端执行器,所述第一磁场发生器 2 固定于所述灵巧机器人 1 的末端执行器上。

[0056] 所述二自由度转台 5 包括第二伺服电机、与所述第二伺服电机连接的旋转立柱和与所述旋转立柱旋转连接的角度调整板,所述第二磁场发生器 4 固定于所述二自由度转台

5 的角度调整板上。

[0057] 如图 5 至图 8 所示, 伺服控制单元 6 对灵巧机器人 1 的第一伺服电机和二自由度转台 5 的第二伺服电机分别进行动作控制, 调整灵巧机器人 1 和二自由度转台 5 的相对位置和姿态, 继而实现对第一磁场发生器 2、第二磁场发生器 4 的相对位置和姿态的控制, 从而得到驱动磁性的胶囊内窥镜 3 所需的合成磁场, 最终实现对胶囊内窥镜 3 的位置、姿态、方向以及移动速度的控制。

[0058] 胶囊内窥镜 3 在受检者 8 体内的运动, 可利用多自由度控制手柄 7 进行人工导航控制, 或利用即时定位与地图构建 (SLAM) 技术实现自主导航控制。

[0059] 多自由度控制手柄 7 与伺服控制单元 6 连接, 为伺服控制单元 6 提供控制灵巧机器人 1 的第一伺服电机和二自由度转台 5 的第二伺服电机需到达的位置信号。

[0060] 而对于体内的胶囊内窥镜 3 的装配结构可有如下形式:

1) 如图 12 所示, 以现有胶囊内窥镜为基础, 在其外壳加上磁性套筒 31, 为减少对数据无线传输的影响, 在磁性套筒 31 两端各加上与人体生物相容性较好的胶囊帽 32。磁性套筒 31 径向或轴向磁化, 当系统工作时, 则会因在驱动磁场中受力从而引导胶囊内窥镜 3 前行。

[0061] 2) 如图 13 所示, 以现有胶囊内窥镜为基础, 在其内部放置永久磁条 33。永久磁条 33 径向极化, 可为长方体形状或者圆柱体形状, 在胶囊内窥镜 3 内部呈轴对称分布。当系统工作时, 则永久磁条 33 会因在驱动磁场中受力从而引导胶囊内窥镜 3 前行。

[0062] 本发明通过一系列的较好的措施较好的实现了对胶囊内窥镜 3 的驱动控制, 与现有技术相比, 将胶囊内窥镜 3 的主动控制与机器人的运动技术相结合, 具有更好的控制效果、更高的灵活性和精度。

[0063] 本发明提供的一种基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统相对于已有技术具有以下创新点:

(1) 将胶囊内窥镜 3 控制与灵巧机器人 1 运动控制技术相结合, 不仅避免了传统的接触式驱动方法的缺陷, 降低了胶囊内窥镜 3 内部结构的复杂程度, 而且在将控制方式由体内的驱动控制转向体外的主动控制的同时, 避免了现有磁场驱动装置的设备繁重、操作不够灵活、功耗大、对人体有损伤等不足之处;

(2) 引入灵巧机器人 1 导航的即时定位与地图构建 (SLAM) 技术, 不仅可以实现肠道内的完全自主导航, 亦将有效解决胶囊内窥镜 3 在人体内的定位问题, 并实时有效地进行肠道三维模型构建。这将进一步解决当前胶囊内窥镜 3 定位装置复杂和定位误差大的问题, 而且无需额外传感器, 就可有效地让医生精确了解到胶囊内窥镜 3 现在所处位置, 为进一步的治疗提供更精确的肠道三维信息;

(3) 采用多自由度控制手柄 7 实现人工导航, 对胶囊内窥镜 3 进行全位姿控制, 不仅能够实现对可疑病灶的重点观察, 也将有效解决当前医疗设备操作复杂、医生学习周期长等问题。同时, 人工导航与自主导航的切换, 也将有效减轻医生的工作压力; 实时图像的观察, 也将大大缩短诊疗时间。

[0064] 本发明提供的一种基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统对比已有技术具有以下显著优点:

1. 采用主动控制方法, 将肠道检查用时由 6-8 小时缩短至 15 分钟左右, 极大地缩短了诊疗时间;

2. 灵巧机器人 1、第一磁场发生器 2 与二自由度转台 5、第二磁场发生器 4 的结合,可产生驱动胶囊内窥镜 3 所需的灵活多变的磁场,实现对胶囊的三个平动自由度与三个转动自由度的全自由度位姿调整。

[0065] 3. 引入 SLAM 技术进行自主导航、三维定位和实时肠道模型构建,能够给医生提供立体的动态的肠道信息,实现更高精度的位置定位和更准确的姿态、方向和速度控制,同时亦将为进一步的活体组织检查和镜下治疗技术打下基础;

4. 随着诊疗时间的缩短,将有效减小胶囊内窥镜 3 内供电电池的尺寸,继而减少了胶囊内窥镜 3 的体积,提高了安全性;

5. 控制方式简单直观,自主导航控制和人工导航控制的相互切换使操作更加方便,不仅能够有效地缩短医生的学习周期,更极大程度的减轻了医生的工作压力。

[0066] 本发明可用于临床消化道内窥镜检查,改变当前胶囊内窥镜检查仅作为其他内窥镜检查的补充的现况,彻底终结因传统内窥镜检查产生痛苦和检查时间过长的现象,将有效推动主动式胶囊内窥镜的市场化,为医疗机构更好的地服务,并为人们带来更便捷、更精确、更安全的医疗体验,实现更高要求的健康管理。

[0067] 以上内容是结合具体的优选实施方式对本发明所作的进一步详细说明,不能认定本发明的具体实施只局限于这些说明。对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干简单推演或替换,都应当视为属于本发明的保护范围。

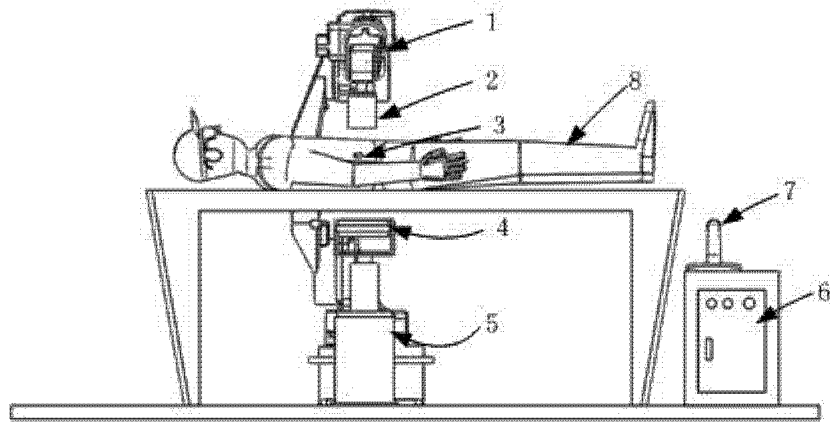


图 1

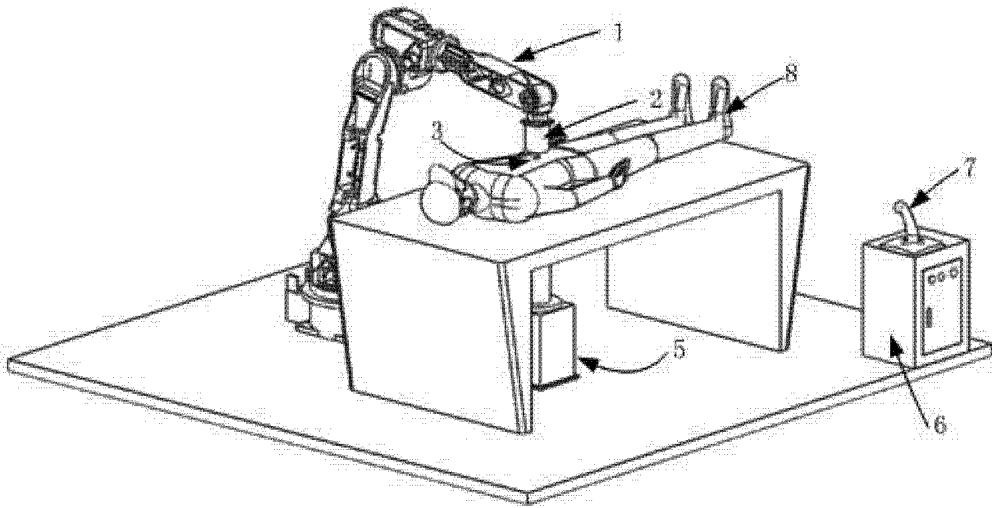


图 2

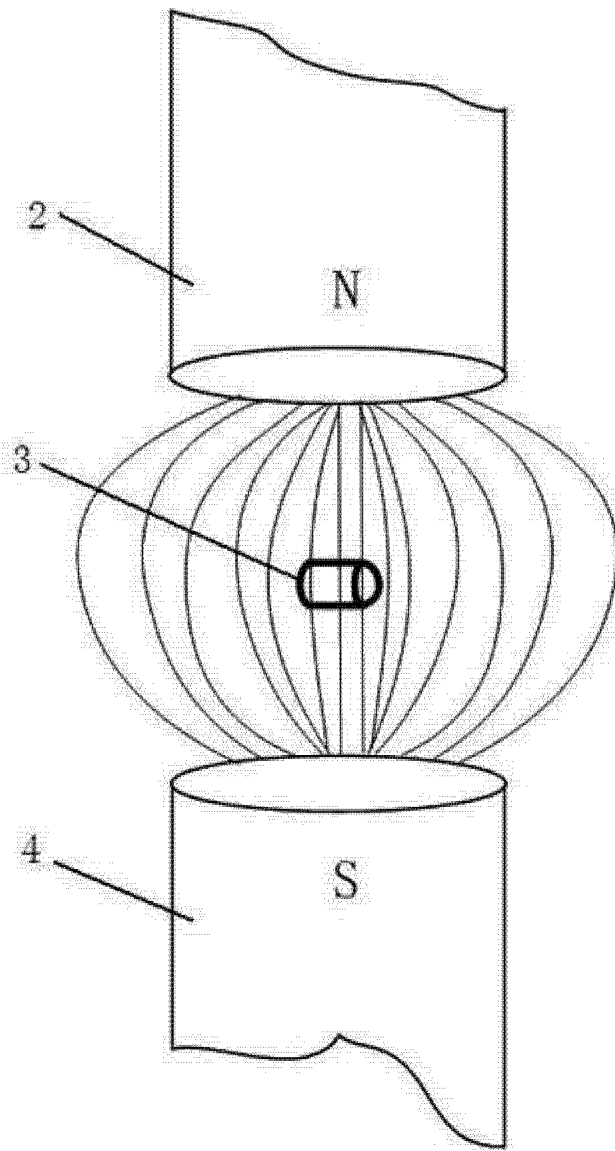


图 3

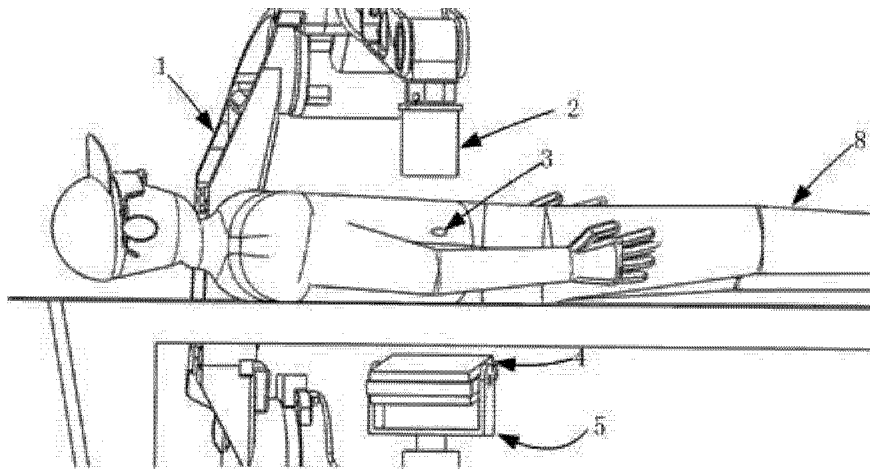


图 4

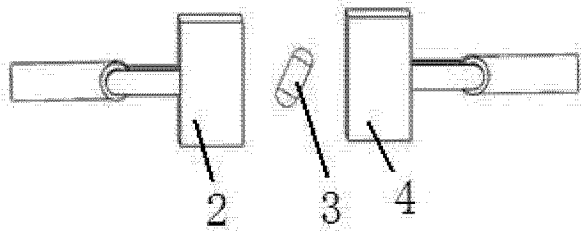


图 5

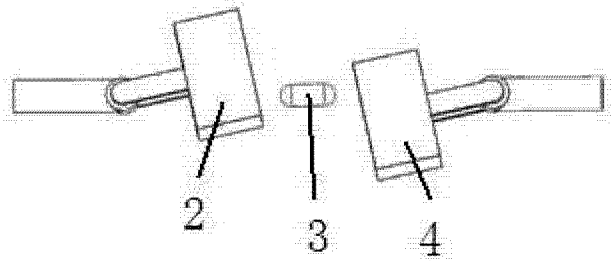


图 6

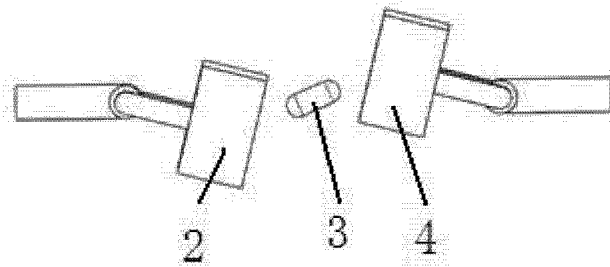


图 7

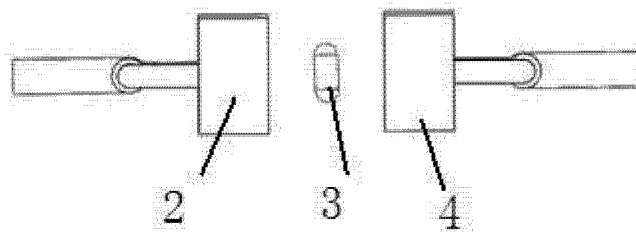


图 8

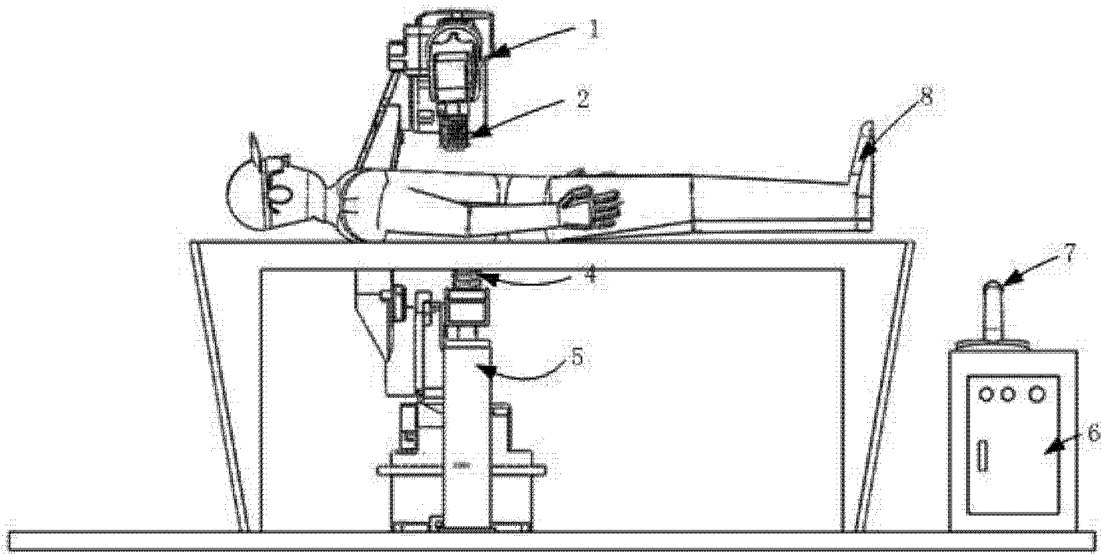


图 9

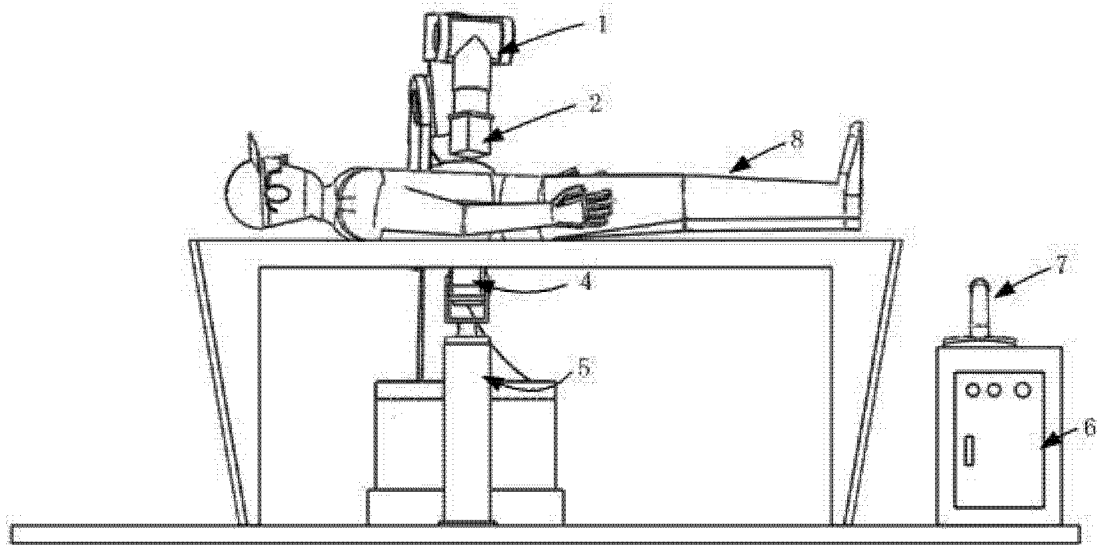


图 10

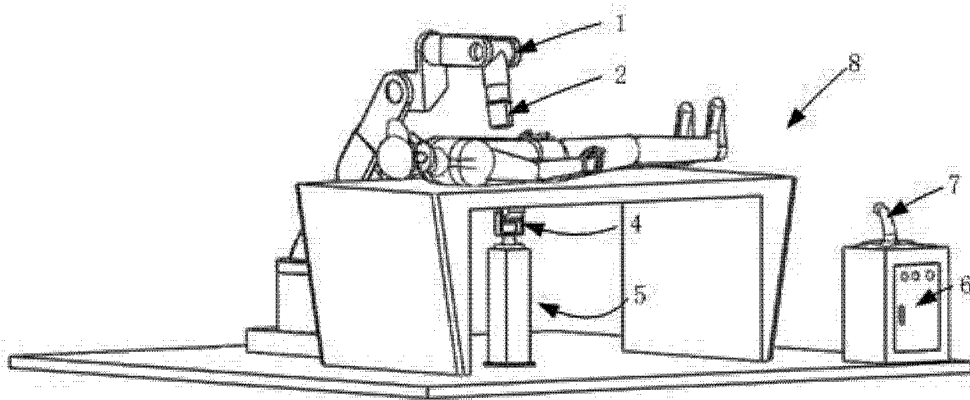


图 11

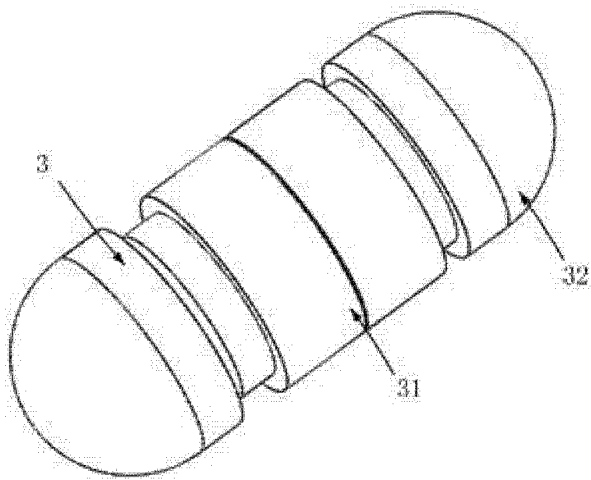


图 12

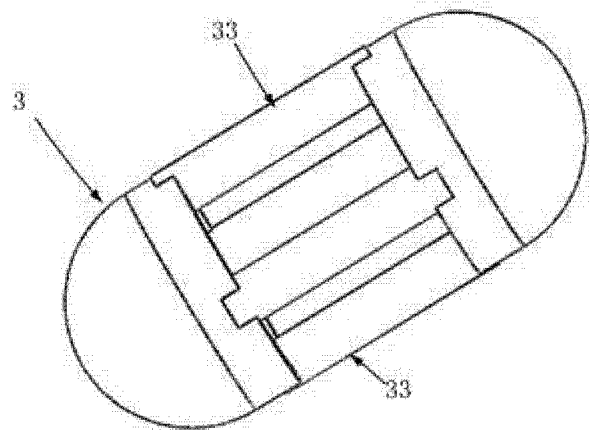


图 13

专利名称(译)	基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统		
公开(公告)号	CN103169443A	公开(公告)日	2013-06-26
申请号	CN201310107217.8	申请日	2013-03-29
[标]申请(专利权)人(译)	哈尔滨工业大学深圳研究生院		
申请(专利权)人(译)	哈尔滨工业大学深圳研究生院		
当前申请(专利权)人(译)	哈尔滨工业大学学报深圳研究生院		
[标]发明人	楼云江 王勋 张松振		
发明人	楼云江 王勋 张松振		
IPC分类号	A61B1/00		
CPC分类号	A61B1/00158		
代理人(译)	孙伟		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供了一种基于灵巧机器人的磁控主动式胶囊内窥镜运动控制系统，包括灵巧机器人、第一磁场发生器、胶囊内窥镜、第二磁场发生器、二自由度转台和控制单元；其中，所述第一磁场发生器固定于所述灵巧机器人上，所述第二磁场发生器固定于所述二自由度转台上，所述胶囊内窥镜具有磁性，所述控制单元分别与所述灵巧机器人、二自由度转台连接。本发明的有益效果是：可通过控制单元来分别驱动灵巧机器人和二自由度转台，通过灵巧机器人来改变第一磁场发生器的位置和姿态，通过二自由度转台来改变第二磁场发生器的姿态，从而通过第一磁场发生器与第二磁场发生器的相对位置和姿态的变化来引导胶囊内窥镜在受检者体内运动。

