



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103637803 B

(45) 授权公告日 2015. 08. 19

(21) 申请号 201310567025. 5

(22) 申请日 2013. 11. 14

(73) 专利权人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路 800 号

(72) 发明人 王坤东 肖承东

(74) 专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限公司

公司 31236

代理人 郭国中

(51) Int. Cl.

A61B 5/06(2006. 01)

A61B 1/04(2006. 01)

A61B 5/07(2006. 01)

审查员 赵秋芬

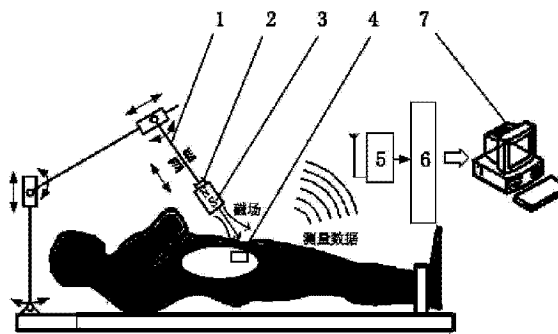
权利要求书3页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

基于永磁和感应线圈的胶囊内镜空间定位系统及定位方法

(57) 摘要

本发明提供了一种基于永磁和感应线圈的胶囊内镜空间定位系统,包括:振动模块、体外牵引永磁体、体内胶囊内窥镜、无线接收装置以及单片机微处理器,所述振动模块的一端与所述体外牵引永磁体相连接,所述体外牵引永磁体与体内胶囊内窥镜之间形成磁路,所述体内胶囊内窥镜与所述无线接收装置无线连接,所述无线接收装置与所述单片机微处理器相连接。同时还提供了上述定位系统的定位方法。与现有技术相比,本发明具有占用胶囊空间小,可以连续跟踪并能够适时地获取胶囊内窥镜的位置及姿态信息,为检测人员的后续操作提供了较大的便利的技术特点,定位方法简单易行,定位系统成本低廉、安全可靠。



1. 一种基于永磁和感应线圈的胶囊内镜空间定位系统,其特征在于,包括:振动模块、体外牵引永磁体、体内胶囊内窥镜、无线接收装置以及单片机微处理器,所述振动模块的一端与所述体外牵引永磁体相连接,所述体外牵引永磁体与体内胶囊内窥镜之间形成磁路,所述体内胶囊内窥镜与所述无线接收装置无线连接,所述无线接收装置与所述单片机微处理器相连接;

所述体内胶囊内窥镜包括:三轴正交线圈、数据处理电路和无线通信模块,其中,所述三轴正交线圈与体外牵引永磁体形成磁路,并检测体外牵引永磁体产生的磁感应强度信息,所述数据处理电路对三轴正交线圈检测到的磁感应强度信息放大并进行模数转换,所述无线通信模块与所述无线接收装置进行无线通信;

所述单片机微处理器通过三轴正交线圈所得到的磁感应强度信息获得体内胶囊内窥镜的位置及姿态信息;

所述体外牵引永磁体为轴向磁化的圆柱形磁体,所述磁感应强度包括 X、Y、Z 三个方向,所述单片机微处理器获得体内胶囊内窥镜的位置及姿态信息的具体方法为,建立空间坐标系,设 (X_0, Y_0, Z_0) 为体外牵引永磁体的中心点坐标, (X_m, Y_m, Z_m) 为传感器在坐标系中的位置, (a, b) 为磁矩方向矢量与柱坐标的夹角;

设 $(X, Y, Z) = (X_m - X_0, Y_m - Y_0, Z_m - Z_0)$, $r = (X^2 + Y^2 + Z^2)^{1/2}$ 则得到磁感应强度公式如下:

$$B_0(B_x, B_y, B_z) = \mu_0 m_c / (4\pi r^3)$$

$$\{[(2X^2 - Y^2 - Z^2)\sin a \cos b + 3XY \sin a \sin b + 3XZ \cos a] \vec{i}$$

$$[(2Y^2 - X^2 - Z^2)\sin a \cos b + 3XY \sin a \sin b + 3YZ \cos a] \vec{j}$$

$$[(2Z^2 - X^2 - Y^2)\cos a + 3XY \sin a \cos b + 3YZ \sin a \sin b] \vec{k}\}$$

其中, B_x, B_y, B_z 分别为感应线圈处 X、Y、Z 三个正交方向的磁感应强度, μ_0 为真空磁导率, m_c 为胶囊磁矩的大小, r 为感应线圈到永磁体中心的距离,上式方程具有永磁体中心位置 (X_0, Y_0, Z_0) , 磁矩方向矢量与柱坐标的夹角 (a, b) 五个未知量,因此至少需要两个三轴正交线圈;

当体外牵引永磁体随着振动机构以一定频率振动时,其磁感应强度会以一定规律变化,根据公式 $\varepsilon_i = \int_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S}$, 其中, ε_i 为感应线圈所测得的感应电动势, $\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$ 为磁感应强度随时间的变化率, S 为感应线圈的内部面积,当线圈测出空间方向上的感应电动势后便求出体外牵引永磁体的位置信息。

2. 根据权利要求 1 所述的基于永磁和感应线圈的胶囊内镜空间定位系统,其特征在于,所述振动模块驱动所述体外牵引永磁体以一定频率进行振动,从而产生变化的磁场,所述三轴正交线圈在变化的磁场作用下产生感应电动势。

3. 根据权利要求 1 所述的基于永磁和感应线圈的胶囊内镜空间定位系统,其特征在于,所述三轴正交线圈包括至少 2 个线圈传感器模块。

4. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的基于永磁和感应线圈的胶囊内镜空间定位系统,其特征在于,所述基于永磁和感应线圈的胶囊内镜空间定位系统,还包括如下任一个或任多个部件:

- 六自由度机械臂,所述六自由度机械臂与振动模块的另一端相连接;

-CMOS 摄像机, 设置于体内胶囊内窥镜上, 用于检测人体病变部位;

- 计算机终端, 所述计算机终端与单片机微处理器相连接, 用于实时显示体内胶囊内窥镜的坐标信息以及体外牵引永磁体的坐标信息, 并指导检测人员的后续操作。

5. 一种基于永磁和感应线圈的胶囊内镜空间定位系统的定位方法, 其特征在于, 包括以下步骤:

步骤 1, 体外牵引永磁体在振动模块的作用下作规律的往复运动, 从而产生变化的磁场;

步骤 2, 体内胶囊内窥镜的三轴正交线圈将采集到的变化磁场下的磁感应强度信息经数据处理电路放大和模数转换, 然后经无线通信模块发送至无线接收装置;

步骤 3, 单片机微处理器将无线接收装置接收到的磁感应强度信息进行数据处理;

步骤 4, 单片机微处理器处理后的数据发送至计算机终端, 从而实时显示体外牵引永磁体与胶囊内窥镜的位置及姿态信息, 用于指引检测人员的后续操作。

6. 根据权利要求 5 所述的基于永磁和感应线圈的胶囊内镜空间定位系统的定位方法, 其特征在于, 所述振动模块的一端与所述体外牵引永磁体相连接, 所述体外牵引永磁体与体内胶囊内窥镜之间形成磁路, 所述体内胶囊内窥镜与所述无线接收装置无线连接, 所述无线接收装置与所述单片机微处理器相连接。

7. 根据权利要求 6 所述的基于永磁和感应线圈的胶囊内镜空间定位系统的定位方法, 其特征在于, 所述体内胶囊内窥镜包括: 三轴正交线圈、数据处理电路和无线通信模块, 其中, 所述三轴正交线圈与体外牵引永磁体形成磁路, 并检测体外牵引永磁体产生的磁感应强度信息, 所述数据处理电路对三轴正交线圈检测到的磁感应强度信息放大并进行模数转换, 所述无线通信模块与所述无线接收装置进行无线通信。

8. 根据权利要求 7 所述的基于永磁和感应线圈的胶囊内镜空间定位系统的定位方法, 其特征在于, 所述单片机微处理器通过三轴正交线圈所得到的磁感应强度信息获得体内胶囊内窥镜的位置及姿态信息;

所述体外牵引永磁体为轴向磁化的圆柱形磁体, 所述磁感应强度包括 X、Y、Z 三个方向, 所述单片机微处理器获得体内胶囊内窥镜的位置及姿态信息的具体方法为, 建立空间坐标系, 设 (X_0, Y_0, Z_0) 为体外牵引永磁体的中心点坐标, (X_m, Y_m, Z_m) 为传感器在坐标系中的位置, (a, b) 为磁矩方向矢量与柱坐标的夹角;

设 $(X, Y, Z) = (X_m - X_0, Y_m - Y_0, Z_m - Z_0)$, $r = (X^2 + Y^2 + Z^2)^{1/2}$ 则得到磁感应强度公式如下:

$$B_0(B_x, B_y, B_z) = \mu_0 m_c / (4 \pi r^3)$$

$$\{[(2X^2 - Y^2 - Z^2) \sin a \cos b + 3XY \sin a \sin b + 3XZ \cos a] \vec{i}$$

$$[(2Y^2 - X^2 - Z^2) \sin a \cos b + 3XY \sin a \sin b + 3YZ \cos a] \vec{j}$$

$$[(2Z^2 - X^2 - Y^2) \cos a + 3XY \sin a \cos b + 3YZ \sin a \sin b] \vec{k}\}$$

其中, B_x, B_y, B_z 分别为感应线圈处 X, Y, Z 三个正交方向的磁感应强度, μ_0 为真空磁导率, m_c 为胶囊磁矩的大小, r 为感应线圈到永磁体中心的距离, 上式方程具有永磁体中心位置 (X_0, Y_0, Z_0) , 磁矩方向矢量与柱坐标的夹角 (a, b) 五个未知量, 因此至少需要两个三轴正交线圈;

当体外牵引永磁体随着振动机构以一定频率振动时, 其磁感应强度会以一定规律变

化,根据公式 $\varepsilon_i = \int_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S}$, 其中, ε_i 为感应线圈所测得的感应电动势, $\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$ 为磁感应强度随时间的变化率, S 为感应线圈的内部面积, 当线圈测出空间方向上的感应电动势后便求出体外牵引永磁体的位置信息。

9. 根据权利要求 6 至 8 中任一项所述的基于永磁和感应线圈的胶囊内镜空间定位系统的定位方法, 其特征在于, 所述基于永磁和感应线圈的胶囊内镜空间定位系统, 还包括如下任一个或任多个部件:

- 六自由度机械臂, 所述六自由度机械臂与振动模块的另一端相连接;
- CMOS 摄像机, 设置于体内胶囊内窥镜上, 用于检测人体病变部位;
- 计算机终端, 所述计算机终端与单片机微处理器相连接, 用于实时显示体内胶囊内窥镜的坐标信息以及体外牵引永磁体的坐标信息, 并指导检测人员的后续操作。

10. 根据权利要求 9 所述的基于永磁和感应线圈的胶囊内镜空间定位系统的定位方法, 其特征在于, 所述体外牵引永磁体的位姿由所述六自由度机械臂进行控制。

基于永磁和感应线圈的胶囊内镜空间定位系统及定位方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电子胶囊定位方法以及医学检测技术领域。具体地,涉及一种基于永磁和感应线圈的胶囊内镜空间定位系统及定位方法。

背景技术

[0002] 胶囊内窥镜最早由以色列专家提出并研制成功,其克服了传统硬式内镜给患者带来的痛苦,而且可以检测到小肠等传统检测方法无法检测到的器官。然而胶囊内窥镜在临床应用上仍有诸多问题,胶囊内窥镜的定位跟踪便是其中最主要的问题。

[0003] 随着胶囊内窥镜的发展,关于其定位方法的研究也层出不穷。常见的定位方法有:基于无线射频信号的定位,超声波定位和磁场定位等。

[0004] 无线射频定位技术可以运用胶囊本身已有的射频天线,不需在胶囊内附加任何元件,只要在体外布置若干天线接收来自胶囊内的射频信号即可。但是,该系统的精度太低,而且临床使用也较为困难。

[0005] 超声定位则是运用一个跟踪装置来跟踪超声探头的位姿,然后综合扫描得到胶囊图像,并通过三维重建来确定胶囊的位置。但是该技术难以得到胶囊机器人的具体姿态,该技术至今还有待完善。其精度、速度和可实现性都有待提高。但其仍有较大的发展前景。

[0006] 基于磁场定位的定位技术主要是运用霍尔元件来检测胶囊所产生的磁场强度信息,然后通过磁场强度信息反解出胶囊的位置和姿态信息。该方法有明显的优势:占用胶囊空间小、可以连续跟踪、实时性强且无副作用。

[0007] 2011年美国卡内基梅隆大学的工作人员提出了一种新的胶囊内窥镜方案。该胶囊内窥镜采用柔软的橡胶材料制成,因此被称为软胶囊内窥镜。该内窥镜有两个磁铁,允许医生在体外通过另一个磁铁来移动机器人或改变机器人的形状以达到药物释放的目的。通过仔细操纵,它可在患者体内扭曲和自旋,甚至改变它自身的形状。该方案运用磁铁间的作用力来控制机器人的移动,因此对磁铁间的距离有较高的要求。

发明内容

[0008] 本发明针对现有技术中存在的上述不足,提供了一种基于永磁和感应线圈的胶囊内镜空间定位系统及定位方法。

[0009] 本发明是通过以下技术方案实现的。

[0010] 根据本发明的一个方面,提供了一种基于永磁和感应线圈的胶囊内镜空间定位系统,包括:振动模块、体外牵引永磁体、体内胶囊内窥镜、无线接收装置以及单片机微处理器,所述振动模块的一端与所述体外牵引永磁体相连接,所述体外牵引永磁体与体内胶囊内窥镜之间形成磁路,所述体内胶囊内窥镜与所述无线接收装置无线连接,所述无线接收装置与所述单片机微处理器相连接。

[0011] 优选地,所述体内胶囊内窥镜包括:三轴正交线圈、数据处理电路和无线通信模块,其中,所述三轴正交线圈与体外牵引永磁体形成磁路,并检测体外牵引永磁体产生的磁

感应强度信息,所述数据处理电路对三轴正交线圈检测到的磁感应强度信息放大并进行模数转换,所述无线通信模块与所述无线接收装置进行无线通信。

[0012] 优选地,所述振动模块驱动所述体外牵引永磁体以一定频率进行振动,从而产生变化的磁场,所述三轴正交线圈在变化的磁场作用下产生感应电动势。

[0013] 优选地,所述三轴正交线圈包括至少 2 个线圈传感器模块。

[0014] 优选地,所述单片机微处理器通过三轴正交线圈所得到的磁感应强度信息获得体内胶囊内窥镜的位置及姿态信息。

[0015] 优选地,所述体外牵引永磁体为轴向磁化的圆柱形磁体,所述磁感应强度包括 X、Y、Z 三个方向,所述单片机微处理器获得体内胶囊内窥镜的位置及姿态信息的具体方法为,建立空间坐标系,设 (X_0, Y_0, Z_0) 为体外牵引永磁体的中心点坐标, (X_m, Y_m, Z_m) 为传感器在坐标系中的位置, (a, b) 为磁矩方向矢量与柱坐标的夹角;

[0016] 设 $(X, Y, Z) = (X_m - X_0, Y_m - Y_0, Z_m - Z_0)$, $r = (X^2 + Y^2 + Z^2)^{1/2}$ 则可得到磁感应强度公式如下:

[0017] $B_0(B_x, B_y, B_z) = \mu_0 m_c / (4\pi r^3)$

[0018] $\{(2X^2 - Y^2 - Z^2)\sin a \cos b + 3XY \sin a \sin b + 3XZ \cos a\} \vec{i}$

[0019] $\{(2Y^2 - X^2 - Z^2)\sin a \cos b + 3XY \sin a \sin b + 3YZ \cos a\} \vec{j}$

[0020] $\{(2Z^2 - X^2 - Y^2)\cos a + 3XY \sin a \cos b + 3YZ \sin a \sin b\} \vec{k}$

[0021] 其中, B_x, B_y, B_z 分别为感应线圈处 X, Y, Z 三个正交方向的磁感应强度, μ_0 为真空磁导率, m_c 为胶囊磁矩的大小, r 为感应线圈到永磁体中心的距离,上式方程具有永磁体中心位置 (X_0, Y_0, Z_0) , 磁矩方向矢量与柱坐标的夹角 (a, b) 五个未知量,因此至少需要两个三轴正交线圈;

[0022] 当体外牵引永磁体随着振动机构以一定频率振动时,其磁感应强度会以一定规律变化,根据公式 $\varepsilon_i = \int_s \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S}$, 其中, ε_i 为感应线圈所测得的感应电动势, $\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$ 为磁感应强度随

时间的变化率, S 为感应线圈的内部面积,当线圈测出空间方向上的感应电动势后便求出体外牵引永磁体的位置信息。

[0023] 优选地,所述基于永磁和感应线圈的胶囊内镜空间定位系统,还包括如下任一个或任多个部件:

[0024] - 六自由度机械臂,所述六自由度机械臂与振动模块的另一端相连接;

[0025] - CMOS 摄像机,设置于体内胶囊内窥镜上,用于检测人体病变部位;

[0026] - 计算机终端,所述计算机终端与单片机微处理器相连接,用于实时显示体内胶囊内窥镜的坐标信息以及体外牵引永磁体的坐标信息,并指导检测人员的后续操作。

[0027] 根据本发明的另一个方面,提供了一种基于永磁和感应线圈的胶囊内镜空间定位系统的定位方法,包括以下步骤:

[0028] 步骤 1,体外牵引永磁体在振动模块的作用下作规律的往复运动,从而产生变化的磁场;

[0029] 步骤 2,体内胶囊内窥镜的三轴正交线圈将采集到的变化磁场下的磁感应强度信息经数据处理电路放大和模数转换,然后经无线通信模块发送至无线接收装置;

[0030] 步骤 3,单片机微处理器将无线接收装置接收到的磁感应强度信息进行数据处

理；

[0031] 步骤 4, 单片机微处理器处理后的数据发送至计算机终端, 从而实时显示体外牵引永磁体与胶囊内窥镜的位置及姿态信息, 用于指引检测人员的后续操作。

[0032] 优选地, 所述体外牵引永磁体的位姿由所述六自由度机械臂进行控制。

[0033] 与现有技术相比, 本发明具有占用胶囊空间小, 可以连续跟踪并能够适时地获取胶囊内窥镜的位置及姿态信息, 为检测人员的后续操作提供了较大的便利的技术特点, 定位方法简单易行, 定位系统成本低廉、安全可靠。

附图说明

[0034] 通过阅读参照以下附图对非限制性实施例所作的详细描述, 本发明的其它特征、目的和优点将会变得更明显：

[0035] 图 1 为整个系统的结构原理图；

[0036] 图 2 为胶囊内窥镜内部组成模块示意图；

[0037] 图 3 为单片机微处理器获得体内胶囊内窥镜的位置及姿态信息的空间坐标系示意图；

[0038] 图 1 中：1 为六自由度机械臂, 2 为振动模块, 3 为体外牵引永磁体, 4 为体内胶囊内窥镜, 5 为无线接收装置, 6 为单片机微处理器, 7 为计算机终端；

[0039] 图 2 中：8 为 CMOS 摄像机, 9 为三轴正交线圈, 10 为数据处理电路, 11 无线通信模块。

具体实施方式

[0040] 下面对本发明的实施例作详细说明：本实施例在以本发明技术方案为前提下进行实施, 给出了详细的实施方式和具体的操作过程。应当指出的是, 对本领域的普通技术人员来说, 在不脱离本发明构思的前提下, 还可以做出若干变形和改进, 这些都属于本发明的保护范围。

[0041] 请同时参阅图 1 至图 3。

[0042] 本实施例提供了一种基于永磁和感应线圈的胶囊内镜空间定位系统, 包括：振动模块、体外牵引永磁体、体内胶囊内窥镜、无线接收装置以及单片机微处理器, 所述振动模块的一端与所述体外牵引永磁体相连接, 所述体外牵引永磁体与所述体内胶囊内窥镜之间形成磁路, 所述体内胶囊内窥镜与所述无线接收装置无线连接, 所述无线接收装置与所述单片机微处理器相连接。

[0043] 进一步地, 所述体内胶囊内窥镜包括：三轴正交线圈、数据处理电路和无线通信模块, 其中, 所述三轴正交线圈与体外牵引永磁体形成磁路, 并检测体外牵引永磁体产生的磁感应强度信息, 所述数据处理电路对三轴正交线圈检测到的磁感应强度信息放大并进行模数转换, 所述无线通信模块与所述无线接收装置进行无线通信。

[0044] 进一步地, 所述振动模块驱动所述体外牵引永磁体以一定频率进行振动, 从而产生变化的磁场, 所述三轴正交线圈在变化的磁场作用下产生感应电动势。

[0045] 进一步地, 所述三轴正交线圈包括至少 2 个线圈传感器模块。

[0046] 进一步地, 所述单片机微处理器通过三轴正交线圈所得到的磁感应强度信息获得

体内胶囊内窥镜的位置及姿态信息。

[0047] 进一步地,所述体外牵引永磁体为轴向磁化的圆柱形磁体,所述磁感应强度包括 X、Y、Z 三个方向,所述单片机微处理器获得体内胶囊内窥镜的位置及姿态信息的具体方法为,建立空间坐标系,设 (X_0, Y_0, Z_0) 为体外牵引永磁体的中心点坐标, (X_m, Y_m, Z_m) 为传感器在坐标系中的位置, (a, b) 为磁矩方向矢量与柱坐标的夹角;

[0048] 设 $(X, Y, Z) = (X_m - X_0, Y_m - Y_0, Z_m - Z_0)$, $r = (X^2 + Y^2 + Z^2)^{1/2}$ 则可得到磁感应强度公式如下:

[0049] $B_0(B_x, B_y, B_z) = \mu_0 m_c / (4\pi r^3)$

[0050] $\{(2X^2 - Y^2 - Z^2)\sin a \cos b + 3XY \sin a \sin b + 3XZ \cos a\} \vec{i}$

[0051] $\{(2Y^2 - X^2 - Z^2)\sin a \cos b + 3XY \sin a \sin b + 3YZ \cos a\} \vec{j}$

[0052] $\{(2Z^2 - X^2 - Y^2)\cos a + 3XY \sin a \cos b + 3YZ \sin a \sin b\} \vec{k}$

[0053] 其中, B_x, B_y, B_z 分别为感应线圈处 X, Y, Z 三个正交方向的磁感应强度, μ_0 为真空磁导率, m_c 为胶囊磁矩的大小, r 为感应线圈到永磁体中心的距离,因为上式方程具有永磁体中心位置 (X_0, Y_0, Z_0) , 磁矩方向矢量与柱坐标的夹角 (a, b) 五个未知量,因此至少需要两个三轴正交线圈;

[0054] 当体外牵引永磁体随着振动机构以一定频率振动时,其磁感应强度会以一定规律变化,根据公式 $\varepsilon_i = \int_s \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S}$, 其中 ε_i 为感应线圈所测得的感应电动势, $\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$ 为磁感应强度随时间的变化率, S 为感应线圈的内部面积。当线圈测出空间方向上的感应电动势后便求出体外牵引永磁体的位置信息。

[0055] 进一步地,所述基于永磁和感应线圈的胶囊内镜空间定位系统,还包括如下任一个或任多个部件:

[0056] - 六自由度机械臂,所述六自由度机械臂与振动模块的另一端相连接;

[0057] - CMOS 摄像机,设置于体内胶囊内窥镜上,用于检测人体病变部位;

[0058] - 计算机终端,所述计算机终端与单片机微处理器相连接,用于实时显示体内胶囊内窥镜的坐标信息以及体外牵引永磁体的坐标信息,并指导检测人员的后续操作。

[0059] 本实施例提供的基于永磁和感应线圈的胶囊内镜空间定位系统,其定位方法包括以下步骤:

[0060] 步骤 1,体外牵引永磁体在振动模块的作用下作规律的往复运动,从而产生变化的磁场;

[0061] 步骤 2,体内胶囊内窥镜的三轴正交线圈将采集到的变化磁场下的磁感应强度信息经数据处理电路放大和模数转换,然后经无线通信模块发送至无线接收装置;

[0062] 步骤 3,单片机微处理器将无线接收装置接收到的磁感应强度信息进行数据处理;

[0063] 步骤 4,单片机微处理器处理后的数据发送至计算机终端,从而实时显示体外牵引永磁体与胶囊内窥镜的位置及姿态信息,用于指引检测人员的后续操作。

[0064] 进一步地,所述体外牵引永磁体的位姿由所述六自由度机械臂进行控制。

[0065] 本实施例具体为,

[0066] 如图 1 所示,本实施例提供的基于永磁和感应线圈的胶囊内镜空间定位系统,包

括:六自由度机械臂及驱动机构 1、振动模块 2、体外牵引永磁体 3、体内胶囊内窥镜 4、无线接收装置 5、单片机微处理器 6、计算机终端 7。振动模块 2 两端分别连接六自由度机械臂 1 和体外牵引永磁体 3,体内胶囊内窥镜 4 与无线接收装置 5 相连接,计算机终端 7 用于接收微处理器 6 的数据信息并进行后续处理。所述体外牵引永磁体 3 的位姿由所述六自由度机械臂 1 进行控制。所述体外牵引永磁体 3 在所述振动模块 2 的作用下作规律的往复运动产生变化的磁场,所述体内胶囊内窥镜 4 将采集到的变化磁场下的感应电动势信息经放大和模数转换后经所述无线通信模块发送至所述无线接收装置 5,再由所述单片机微处理器 6 进行数据处理。处理后的数据发送至所述计算机终端 7 从而实时显示体外牵引永磁体与胶囊内窥镜的位置及姿态信息,以指引检测人员的后续操作。

[0067] 如图 2 所示,体内胶囊内窥镜包括:CMOS 摄像机 8、三轴正交线圈 9、数据处理电路 10、无线通信模块 11。CMOS 摄像机 9 用于检测人体病变部位,三轴正交线圈 9 用于检测体外牵引永磁体 3 产生的感应电动势信息,数据处理电路 10 将所产生的感应电动势信号放大后经模数转换变为数字信号,然后经无线通信模块 11 传出。

[0068] 在本实施例中,

[0069] 所述的振动模块使所述的体外牵引永磁体以一定频率进行振动从而产生变化的磁场。所述的三轴正交线圈便在变化的磁场作用下产生感应电动势。

[0070] 所述的三轴正交线圈的数量应保证能求出所要得到的胶囊的位置及姿态信息,即要有至少 2 个线圈传感器模块。

[0071] 所述的单片机微处理器通过三轴正交线圈所得到的 X、Y、Z 三个方向的磁感应强度能够求出体内胶囊内窥镜的位置及姿态信息。

[0072] 具体为,本实施例所采用的体外牵引永磁体为轴向磁化的圆柱形磁体,其产生的空间方向的磁场与空间位置以及磁体的磁化方向有关。建立如图 3 所示的空间坐标系。设 (X_0, Y_0, Z_0) 为体外牵引永磁体的中心点坐标, (X_m, Y_m, Z_m) 为传感器在坐标系中的位置, (a, b) 为磁矩方向矢量与柱坐标的夹角。

[0073] 设 $(X, Y, Z) = (X_m - X_0, Y_m - Y_0, Z_m - Z_0)$, $r = (X^2 + Y^2 + Z^2)^{1/2}$ 则可得到磁感应强度公式如下:

$$[0074] \quad B_0(B_x, B_y, B_z) = \mu_0 m_c / (4 \pi r^3)$$

$$[0075] \quad \{[(2X^2 - Y^2 - Z^2) \sin a \cos b + 3XY \sin a \sin b + 3XZ \cos a] \vec{i}$$

$$[0076] \quad [(2Y^2 - X^2 - Z^2) \sin a \cos b + 3XY \sin a \sin b + 3YZ \cos a] \vec{j}$$

$$[0077] \quad [(2Z^2 - X^2 - Y^2) \cos a + 3XY \sin a \cos b + 3YZ \sin a \sin b] \vec{k}\}$$

[0078] 其中, B_x, B_y, B_z 分别为感应线圈处 X, Y, Z 三个正交方向的磁感应强度, μ_0 为真空磁导率, m_c 为胶囊磁矩的大小, r 为感应线圈到永磁体中心的距离,因为上式方程具有永磁体中心位置 (X_0, Y_0, Z_0) , 磁矩方向矢量与柱坐标的夹角 (a, b) 五个未知量,因此至少需要两个三轴正交线圈;

[0079] 当体外牵引永磁体随着振动机构以一定频率振动时,其磁感应强度会以一定规律

变化,根据公式 $\varepsilon_i = \int_s \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S}$, 其中 ε_i 为感应线圈所测得的感应电动势, $\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$ 为磁感应强度随

时间的变化率, S 为感应线圈的内部面积。当线圈测出空间方向上的感应电动势后便求出体外牵引永磁体的位置信息。

[0080] 所述的计算机终端能够实时显示体内胶囊内窥镜的坐标信息以及体外牵引永磁体的坐标信息,并且能够指导检测人员的后续操作。

[0081] 以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是,本发明并不局限于上述特定实施方式,本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变形或修改,这并不影响本发明的实质内容。

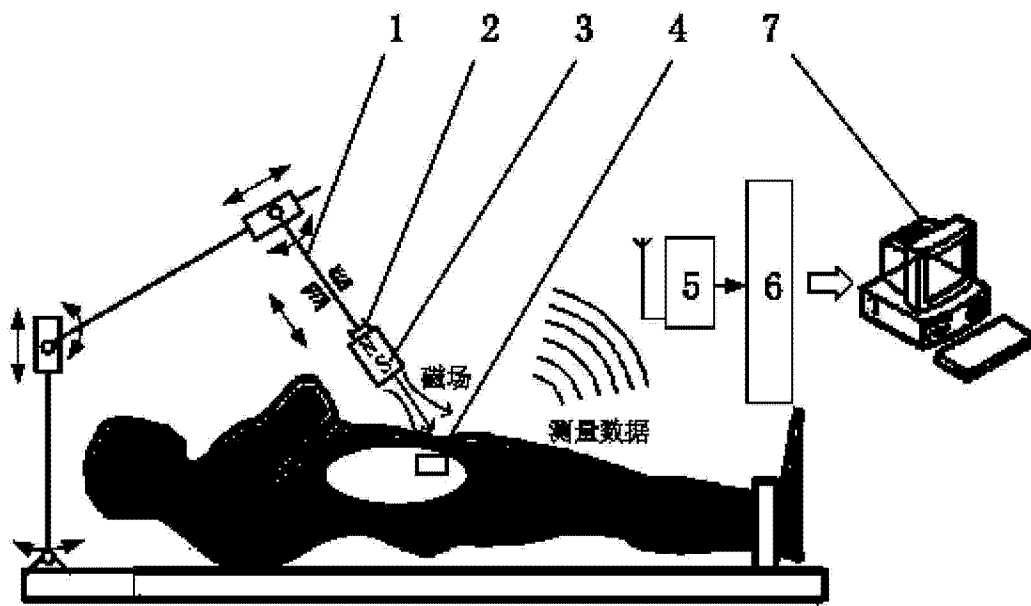


图 1

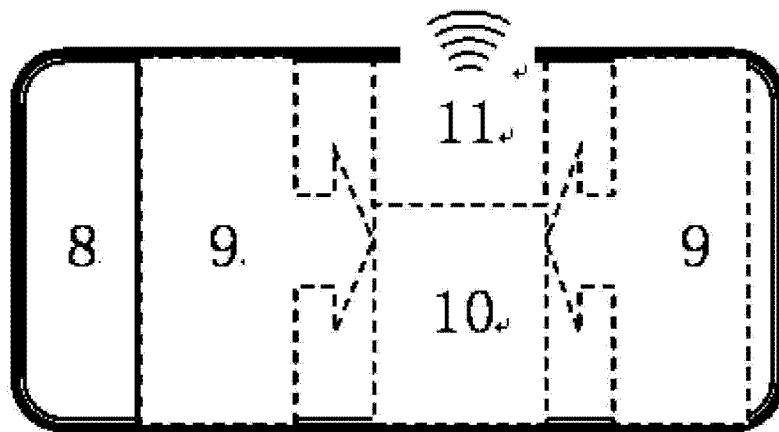


图 2

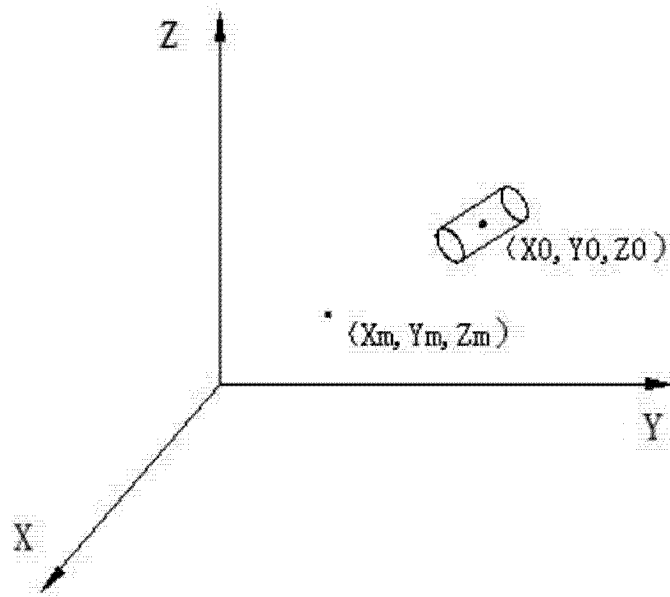


图 3

专利名称(译)	基于永磁和感应线圈的胶囊内镜空间定位系统及定位方法		
公开(公告)号	CN103637803B	公开(公告)日	2015-08-19
申请号	CN201310567025.5	申请日	2013-11-14
[标]申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
当前申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
[标]发明人	王坤东 肖承东		
发明人	王坤东 肖承东		
IPC分类号	A61B5/06 A61B1/04 A61B5/07		
其他公开文献	CN103637803A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供了一种基于永磁和感应线圈的胶囊内镜空间定位系统，包括：振动模块、体外牵引永磁体、体内胶囊内窥镜、无线接收装置以及单片机微处理器，所述振动模块的一端与所述体外牵引永磁体相连接，所述体外牵引永磁体与体内胶囊内窥镜之间形成磁路，所述体内胶囊内窥镜与所述无线接收装置无线连接，所述无线接收装置与所述单片机微处理器相连接。同时还提供了上述定位系统的定位方法。与现有技术相比，本发明具有占用胶囊空间小，可以连续跟踪并能够适时地获取胶囊内镜的位置及姿态信息，为检测人员的后续操作提供了较大的便利的技术特点，定位方法简单易行，定位系统成本低廉、安全可靠。

