



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110811497 A

(43)申请公布日 2020.02.21

(21)申请号 201911239187.X

(22)申请日 2019.12.06

(71)申请人 深圳市资福医疗技术有限公司

地址 518057 广东省深圳市南山区西丽街
道朗山路13号清华紫光信息港C座909
室

(72)发明人 丛冰 王长明 王建平 阚述贤

(51)Int.Cl.

A61B 1/04(2006.01)

A61B 1/045(2006.01)

A61B 1/00(2006.01)

A61B 1/273(2006.01)

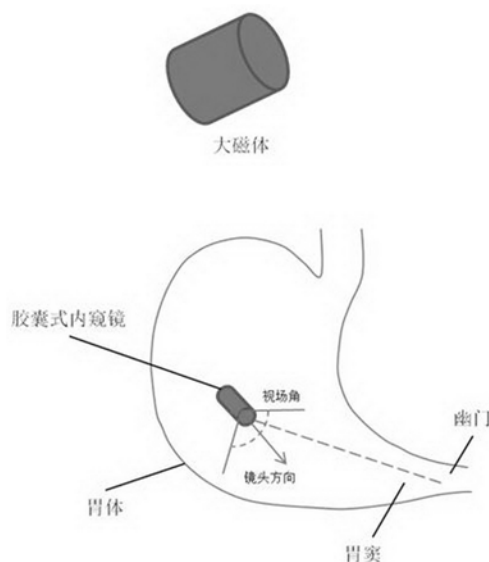
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

一种胶囊内窥镜的控制方法及应用其的胶囊内窥镜

(57)摘要

本发明公布了一种胶囊内窥镜的控制方法，该方法利用磁偶极子模型和最小二乘算法实时计算胶囊内窥镜的位置与姿态，并通过大磁体位置与姿态控制保持胶囊镜头面向幽门方向的姿态，再通过磁控平台输入胶囊目标位置和姿态数据，进一步精确控制胶囊内窥镜的位姿和驱动大磁体保持姿态机械运动，使胶囊内窥镜快速、准确地运动至幽门附近，并进入幽门。本发明技术方案可以在胶囊内窥镜检查完毕后快速控制胶囊内窥镜进入幽门，减轻临床应用风险，提高受检者体验度，提升产品竞争力。



1. 一种胶囊内窥镜的控制方法,包括胶囊内窥镜及运动控制系统,运动控制系统进一步包括大磁体及大磁体产生的外部磁场,其特征在于,包括以下步骤:

步骤S101:胶囊内窥镜在外部磁场的控制下遍历胃腔,拍摄图像并发送到主机;

步骤S102:识别出图像中有胃窦与幽门的图像帧,并选定此时的胶囊内窥镜位姿作为初始位姿,胶囊内窥镜的初始位姿表示为 $(x_1, y_1, z_1, m_1, n_1, p_1)$,大磁体的初始位姿为已知参数,其表示为 $(x_2, y_2, z_2, m_2, n_2, p_2)$,其中胶囊内窥镜的初始姿态 (m_1, n_1, p_1) 利用胶囊内窥镜内置的加速度传感器数据 (A_x, A_y, A_z) 和磁传感器数据 (B_x, B_y, B_z) 通过以下公式1-3获取:

$$\tan(p_1) = \left(\frac{A_y}{A_z} \right) \quad (1)$$

$$\tan(n_1) = \left(\frac{-A_x}{A_y \sin(p_1) + A_z \cos(p_1)} \right) \quad (2)$$

$$\tan(m_1) = \left(\frac{-B_y}{B_x} \right) \quad (3)$$

胶囊内窥镜的初始位置参数 (x_1, y_1, z_1) 利用胶囊内窥镜内置的磁传感器数据 (B_x, B_y, B_z) 通过以下公式4-7获取,其中 B_T 为大磁体导磁强度常数,为胶囊内窥镜与大磁体的空间相对距离:

$$B_x = B_T \left\{ \frac{3[m_2(x_1 - x_2) + n_2(y_1 - y_2) + p_2(z_1 - z_2)] \cdot (x_1 - x_2)}{R_l^5} - \frac{m_2}{R_l^3} \right\} \quad (4)$$

$$B_y = B_T \left\{ \frac{3[m_2(x_1 - x_2) + n_2(y_1 - y_2) + p_2(z_1 - z_2)] \cdot (y_1 - y_2)}{R_l^5} - \frac{n_2}{R_l^3} \right\} \quad (5)$$

$$B_z = B_T \left\{ \frac{3[m_2(x_1 - x_2) + n_2(y_1 - y_2) + p_2(z_1 - z_2)] \cdot (z_1 - z_2)}{R_l^5} - \frac{p_2}{R_l^3} \right\} \quad (6)$$

$$R_l = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2} \quad (7);$$

步骤S103:保持大磁体与胶囊内窥镜空间位置不变,通过微调大磁体的姿态调整胶囊内窥镜的姿态,使幽门处于图像的中央区域,此时的胶囊内窥镜位姿作为胶囊内窥镜的第二位姿,此时大磁体的位姿作为大磁体的第二位姿;

步骤S104:执行运动指令使运动控制系统控制大磁体保持第二位姿机械运动至幽门附近指定位置。

2. 如权利要求1所述的胶囊内窥镜的控制方法,其特征在于,所述的胶囊内窥镜的第二位姿表示为 $(x_1, y_1, z_1, m_3, n_3, p_3)$,大磁体的第二位姿为已知参数,其表示为 $(x_2, y_2, z_2, m_4, n_4, p_4)$,所述胶囊内窥镜的第二姿态 (m_3, n_3, p_3) 利用公式1-3获取。

3. 如权利要求2所述的胶囊内窥镜的控制方法,其特征在于,所述的大磁体的第二位姿

进一步表示为 $(x_2+x, y_2+y, z_2+z, m_4, n_4, p_4)$, 其中 (x, y, z) 为胶囊内窥镜第二位姿至幽门的运动距离。

4. 如权利要求1所述的胶囊内窥镜的控制方法, 其特征在于, 所述的主机可以为计算机终端或图形工作站。

5. 一种胶囊内窥镜, 该胶囊内窥镜接收指令时执行权利要求1-4任一项所述的控制方法。

6. 一种胶囊内窥镜的控制方法, 包括胶囊内窥镜及运动控制系统, 运动控制系统进一步包括大磁体及大磁体产生的外部磁场, 其特征在于, 包括以下步骤:

步骤S201: 胶囊内窥镜遍历胃腔, 拍摄图像发送到主机;

步骤S202: 识别出图像中有胃窦与幽门的帧, 此时胶囊内窥镜的位姿作为胶囊内窥镜初始位姿;

步骤S203: 根据胶囊内窥镜图像中胃窦与幽门的位置关系, 得出胶囊进入幽门的行进方向和路径;

步骤S204: 将大磁体运动到行进路径的延长线上, 保持大磁体的磁化轴线与行进路径重合, 此时的胶囊内窥镜位姿作为胶囊内窥镜的第二位置与姿态;

步骤S205: 大磁体吸引胶囊镜头朝向幽门方向, 并沿行进路径向幽门行进, 最终到达幽门附近并进入幽门。

7. 如权利要求7所述的胶囊内窥镜的控制方法, 其特征在于, 所述的主机可以为计算机终端或图形工作站。

8. 一种胶囊内窥镜, 该胶囊内窥镜接收指令时执行权利要求6-7任一项所述的控制方法。

一种胶囊内窥镜的控制方法及应用其的胶囊内窥镜

技术领域

[0001] 本发明涉及医疗器械领域,具体涉及到一种胶囊内窥镜的控制方法。

背景技术

[0002] 胶囊内窥镜目前正在逐步走向应用阶段,常见的胶囊内窥镜内部含有摄像装置、小磁体(永磁体)、磁传感器、处理器和驱动装置等部件,临床应用时,胶囊内窥镜吞服进入人体胃腔内,通过外部的磁控系统遍历人体胃腔部位,拍摄图像传输到外部接收设备,例如计算机图形终端或图形工作站。外部的磁控系统主要包含主机、运动控制系统、定位系统,主机可以实时显示胶囊内窥镜当前的位置与姿态、胶囊内窥镜拍摄的图像;运动控制系统控制大磁体的运动,大磁体的磁力进一步驱动人体内胶囊内窥镜的运动路径和方向;定位系统通过接收到的磁传感器数据实时计算当前胶囊内窥镜的位置与姿态,胶囊内窥镜需要遍历胃腔,最后通过幽门进入肠道最终排出体外。在此过程中,控制胶囊内窥镜快速、准确地进入幽门还存在较大困难,这主要是因为幽门所在部位比较狭窄和弯曲,有可能导致胶囊内窥镜长时间滞留胃腔,引发不必要的潜在风险。

[0003] 因此,有必要开发一种可以精确控制胶囊内窥镜进入幽门的方法,减轻临床应用风险,提高受检者体验度,提升产品竞争力。

发明内容

[0004] 为了解决上述控制胶囊内窥镜快速准确进入幽门的问题,本发明提出一种胶囊内窥镜的控制方法。本发明的技术方案是这样的:

第一方面,本发明提供一种胶囊内窥镜的控制方法,包括胶囊内窥镜及运动控制系统,运动控制系统进一步包括大磁体及大磁体产生的外部磁场,包括以下步骤:

步骤S101:胶囊内窥镜在外部磁场的控制下遍历胃腔,拍摄图像并发送到主机;

步骤S102:识别出图像中有胃窦与幽门的图像帧,并选定此时的胶囊内窥镜位姿作为初始位置与姿态,初始位置与姿态参数表示为 $(x_1, y_1, z_1, m_1, n_1, p_1)$,大磁体的初始位置与姿态参数为已知参数,表示为 $(x_2, y_2, z_2, m_2, n_2, p_2)$,胶囊内窥镜的初始姿态 (m_1, n_1, p_1) 利用胶囊内窥镜内置的加速度传感器数据 (A_x, A_y, A_z) 和磁传感器数据 (B_x, B_y, B_z) 通过以下公式1-3获取:

$$\tan(p_1) = \left(\frac{A_y}{A_z} \right) \quad (1)$$

$$\tan(n_1) = \left(\frac{-A_x}{A_y \sin(p_1) + A_z \cos(p_1)} \right) \quad (2)$$

$$\tan(m_1) = \left(\frac{-B_y}{B_x} \right) \quad (3)$$

胶囊内窥镜的初始位置参数 (x_1, y_1, z_1) 利用胶囊内窥镜内置的磁传感器数据 $(B_x, B_y,$

Bz)通过以下公式4-7获取,其中 B_T 为大磁体导磁强度常数,为胶囊内窥镜与大磁体的空间相对距离:

$$B_x = B_T \left\{ \frac{3[m_2(x_1-x_2)+n_2(y_1-y_2)+p_2(z_1-z_2)] \cdot (x_1-x_2)}{R_l^5} - \frac{m_2}{R_l^3} \right\} \quad (4)$$

$$B_y = B_T \left\{ \frac{3[m_2(x_1-x_2)+n_2(y_1-y_2)+p_2(z_1-z_2)] \cdot (y_1-y_2)}{R_l^5} - \frac{n_2}{R_l^3} \right\} \quad (5)$$

$$B_z = B_T \left\{ \frac{3[m_2(x_1-x_2)+n_2(y_1-y_2)+p_2(z_1-z_2)] \cdot (z_1-z_2)}{R_l^5} - \frac{p_2}{R_l^3} \right\} \quad (6)$$

$$R_l = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2} \quad (7);$$

步骤S103:保持大磁体与胶囊内窥镜空间位置不变,通过微调大磁体的姿态调整胶囊内窥镜的姿态,使幽门处于图像的中央区域,此时的胶囊内窥镜位姿作为胶囊内窥镜的第二位姿,此时大磁体的位姿作为大磁体的第二位姿;

步骤S104:执行运动指令使运动控制系统控制大磁体保持第二姿态机械运动至幽门附近指定位置。

[0005] 进一步的,所述的胶囊内窥镜的第二位置与姿态表示为 $(x_1, y_1, z_1, m_3, n_3, p_3)$,大磁体的第二位姿为已知参数,表示为 $(x_2, y_2, z_2, m_4, n_4, p_4)$,胶囊内窥镜的第二姿态 (m_3, n_3, p_3) 利用公式1-3获取。

[0006] 进一步的,所述的大磁体下一步运动位置与姿态参数表示为 $(x_2+x, y_2+y, z_2+z, m_4, n_4, p_4)$,其中 (x, y, z) 为胶囊内窥镜第二位置至幽门的运动距离。

[0007] 进一步的,所述的主机可以为计算机终端或图形工作站。

[0008] 进一步的,本发明提供一种胶囊内窥镜,该胶囊内窥镜接收指令时执行上述第一方面任一项所述的控制方法。

[0009] 第二方面,本发明提供一种胶囊内窥镜的控制方法,包括胶囊内窥镜及运动控制系统,运动控制系统进一步包括大磁体及大磁体产生的外部磁场,进一步包括以下步骤:

步骤S201:胶囊内窥镜遍历胃腔,拍摄图像发送到主机;

步骤S202:识别出图像中有胃窦与幽门的帧,此时胶囊内窥镜的位姿作为胶囊内窥镜初始位姿;

步骤S203:根据胶囊内窥镜图像中胃窦与幽门的位置关系,得出胶囊进入幽门的行进方向和路径;

步骤S204:将大磁体运动到行进路径的延长线上,保持大磁体的磁化轴线与行进路径重合,此时的胶囊内窥镜位姿作为胶囊内窥镜的第二位置与姿态;

步骤S205:大磁体吸引胶囊镜头朝向幽门方向,并沿行进路径向幽门行进,最终到达幽门附近并进入幽门。

[0010] 进一步的,所述的主机可以为计算机终端或图形工作站。

[0011] 进一步的,本发明提供一种胶囊内窥镜,该胶囊内窥镜接收指令时执行权利要求

上述第二方面任一项所述的控制方法。

[0012] 本发明在现有胶囊内窥镜磁控系统中加入了胶囊内窥镜的定位及姿态计算系统,利用磁偶极子模型和最小二乘算法可实时计算胶囊内窥镜的位置与姿态,并通过大磁体位置与姿态控制胶囊镜头面向幽门方向的姿态,再通过磁控平台输入胶囊目标位置和姿态数据,进一步精确控制胶囊内窥镜的位姿和驱动大磁体保持姿态机械运动,使胶囊内窥镜快速、准确地运动至幽门附近,并进入幽门。

附图说明

[0013] 图1为本发明第一实施例的胶囊内窥镜的初始位置与姿态示意图。

[0014] 图2为本发明第一实施例的胶囊内窥镜的第二位置与姿态示意图。

[0015] 图3为本发明第一实施例控制方法流程图。

[0016] 图4 为本发明第二实施例的大磁体与胶囊内窥镜位置姿态示意图。

[0017] 图5为本发明第二实施例控制方法流程图。

具体实施方式

[0018] 为了使本发明所要解决的技术问题、技术方案及有益效果更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。下文为了描述方便,位置和姿态也简称为位姿,胶囊式内窥镜也简称为胶囊内窥镜,该胶囊内窥镜内置有磁偶极子,磁偶极子也可称为小磁体。

[0019] 请参考图1本发明第一实施例的胶囊内窥镜的初始位置与姿态示意图,图2为本发明第一实施例的胶囊内窥镜的第二位置与姿态示意图,图3为本发明第一实施例控制方法流程图。

[0020] 本发明胶囊内窥镜控制方法第一实施例的工作流程如下:

步骤S101:胶囊内窥镜在外部磁场的控制下遍历胃腔,拍摄图像并发送到主机,此处的主机可以为计算机终端或图形工作站。

[0021] 步骤S102:识别出图像中有胃窦与幽门的图像帧,并选定此时的胶囊内窥镜位姿作为初始位置与姿态,初始位置与姿态参数表示为 $(x_1, y_1, z_1, m_1, n_1, p_1)$,此时的大磁体初始位置与姿态参数表示为 $(x_2, y_2, z_2, m_2, n_2, p_2)$,大磁体的初始位置与姿态均为已知参数,如图1所示,其中大磁体的初始位置与姿态参数 $(x_2, y_2, z_2, m_2, n_2, p_2)$ 为已知,胶囊内窥镜初始位置与姿态中的姿态参数 (m_1, n_1, p_1) 利用胶囊内窥镜的加速度传感器数据 (A_x, A_y, A_z) 和磁传感器数据 (B_x, B_y, B_z) 通过以下公式1-3计算获得,

$$\tan(p_1) = \left(\frac{A_y}{A_z} \right) \quad (1)$$

$$\tan(n_1) = \left(\frac{-A_x}{A_y \sin(p_1) + A_z \cos(p_1)} \right) \quad (2)$$

$$\tan(m_1) = \left(\frac{-B_y}{B_x} \right) \quad (3)$$

胶囊内窥镜位置参数 (x_1, y_1, z_1) 利用胶囊内窥镜的磁传感器数据 (B_x, B_y, B_z) 通过以下公式4-7计算获得,其中 B_T 为大磁体导磁强度常数,为胶囊内窥镜与大磁体的空间相对距离。

$$[0022] \quad B_x = B_T \left\{ \frac{3[m_2(x_1-x_2)+n_2(y_1-y_2)+p_2(z_1-z_2)] \cdot (x_1-x_2)}{R_l^5} - \frac{m_2}{R_l^3} \right\} \quad (4)$$

$$B_y = B_T \left\{ \frac{3[m_2(x_1-x_2)+n_2(y_1-y_2)+p_2(z_1-z_2)] \cdot (y_1-y_2)}{R_l^5} - \frac{n_2}{R_l^3} \right\} \quad (5)$$

$$B_z = B_T \left\{ \frac{3[m_2(x_1-x_2)+n_2(y_1-y_2)+p_2(z_1-z_2)] \cdot (z_1-z_2)}{R_l^5} - \frac{p_2}{R_l^3} \right\} \quad (6)$$

$$R_l = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2} \quad (7)$$

步骤S103:保持大磁体与胶囊内窥镜空间位置不变,通过微调大磁体的姿态调整胶囊内窥镜的姿态,使幽门处于图像的中央区域,此时的位姿作为胶囊内窥镜的第二位置与姿态,此时胶囊内窥镜的镜头方向正对幽门,第二位置与姿态表示为 $(x_1, y_1, z_1, m_3, n_3, p_3)$,胶囊内窥镜的第二姿态 (m_3, n_3, p_3) 可通过公式1-3进行类似计算获得参数值,此时的大磁体的位姿作为第二位置与姿态 $(x_2, y_2, z_2, m_4, n_4, p_4)$,大磁体的第二位置与姿态均为已知参数,第二位置与姿态如图2所示。

[0023] 步骤S104:执行运动指令使运动控制系统控制大磁体保持第二姿态机械运动至幽门附近指定位置。具体的控制过程为:通过控制平台输入大磁体下一步运动位置与姿态参数 $(x_2+x, y_2+y, z_2+z, m_4, n_4, p_4)$,执行运动指令使运动控制系统控制大磁体以第二姿态机械运动至幽门附近指定位置 (x_2+x, y_2+y, z_2+z) ,其中 (x, y, z) 为胶囊内窥镜第二位置至幽门的运动距离。

[0024] 运动过程中,运动控制系统实时计算并显示胶囊内窥镜的位置与姿态信息,如果运动过程中胶囊内窥镜的姿态发生变化,则停止运行大磁体的运动,并微调大磁体姿态使胶囊内窥镜姿态恢复至第二姿态后,继续重复步骤S104,直至胶囊内窥镜保持第二姿态进入幽门。在此过程中,操作者观察胶囊内窥镜的拍摄图像,确保幽门始终处于图像的中央区域,如果幽门偏离图像的中央区域,则停止大磁体的运动并微调大磁体的姿态参数,使胶囊内窥镜恢复第二姿态后,重复进行步骤S104,直至胶囊内窥镜进入幽门。

[0025] 本发明的第一实施例控制方法使胶囊内窥镜能够保持第二姿态,并沿着镜头方向朝向幽门行进,最终使胶囊内窥镜进入幽门。

[0026] 请参考图4本发明第二实施例的大磁体与胶囊内窥镜位置姿态示意图,图5为本发明第二实施例控制方法流程图。具体的操作过程如下:

步骤S201:胶囊内窥镜遍历胃腔,拍摄图像发送到主机,此处的主机可以为计算机终端或图形工作站;

步骤S202:识别出图像中有胃窦与幽门的帧,作为胶囊内窥镜初始位置与姿态;

步骤S203:根据胶囊内窥镜图像中胃窦与幽门的位置关系,得出胶囊进入幽门的大致

行进方向和路径；

步骤S204:将大磁体运动到行进路径的延长线上,此时大磁体的磁化轴线与行进路径重合,此时的胶囊内窥镜位姿作为胶囊内窥镜的第二位置与姿态,在此过程中,操作者观察胶囊内窥镜的拍摄图像,调整幽门始终处于图像的中央区域,如果幽门偏离图像中央区域,则微调大磁体的姿态,使幽门恢复处于图像中央区域。

[0027] 步骤S205:大磁体吸引胶囊内窥镜的镜头朝向幽门方向,并沿行进路径向幽门行进,最终到达幽门附近并进入幽门,在此过程中,为保证胶囊内窥镜沿行进路径行进,大磁体的位置和姿态保持固定不变,且幽门始终处于图像的中央区域,使胶囊内窥镜顺利进入幽门。

[0028] 本发明的技术方案在现有磁控系统中加入胶囊内窥镜的定位及姿态计算模块,利用磁偶极子模型和最小二乘算法实时计算胶囊内窥镜的位置与姿态,并通过大磁体位置与姿态控制胶囊镜头面向幽门方向的姿态,再通过磁控平台输入胶囊目标位置和姿态数据数据,进一步精确控制胶囊内窥镜的位姿和驱动大磁体保持姿态机械运动,使胶囊内窥镜快速、准确地运动至幽门附近,并进入幽门。

[0029] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

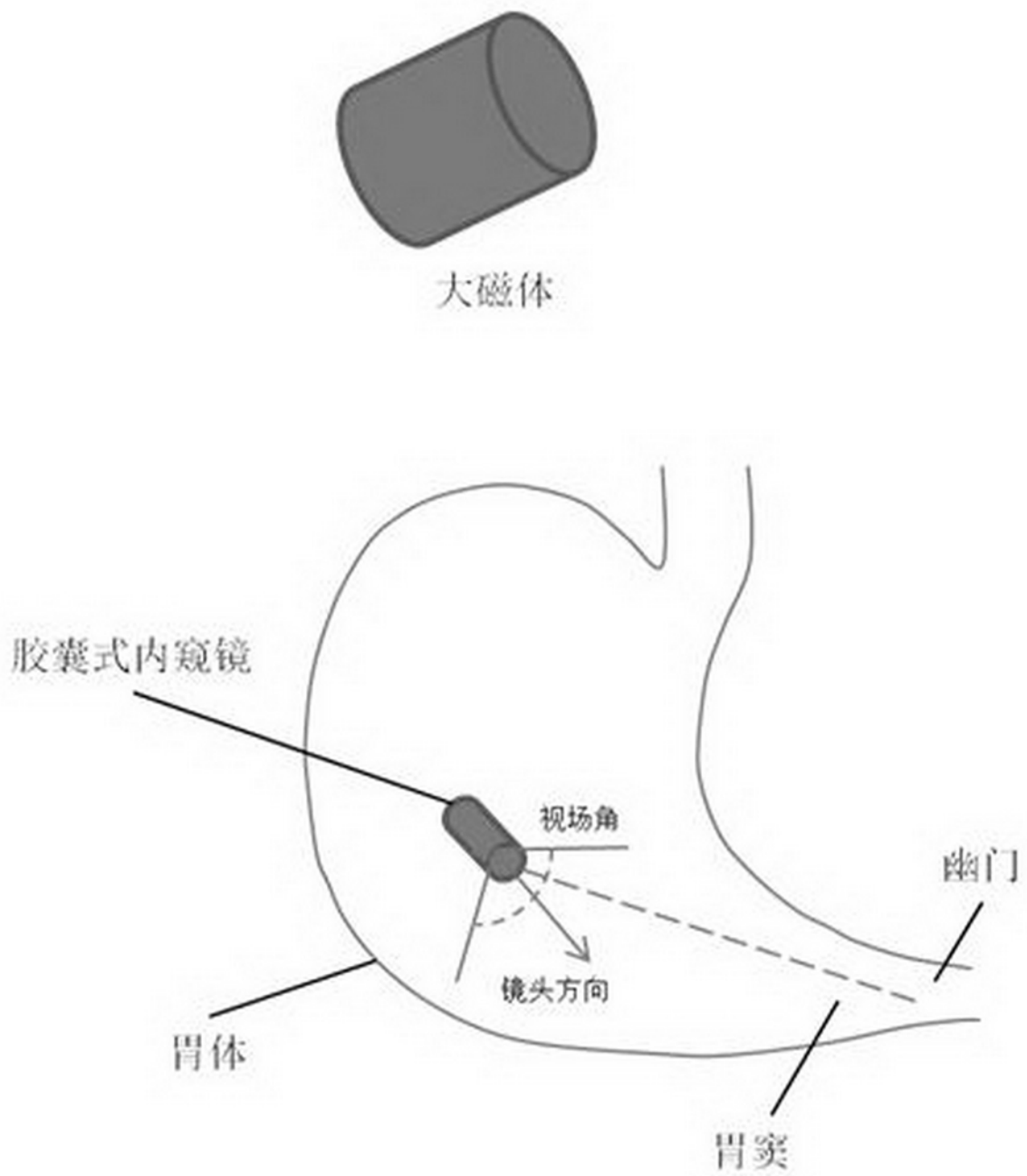


图1

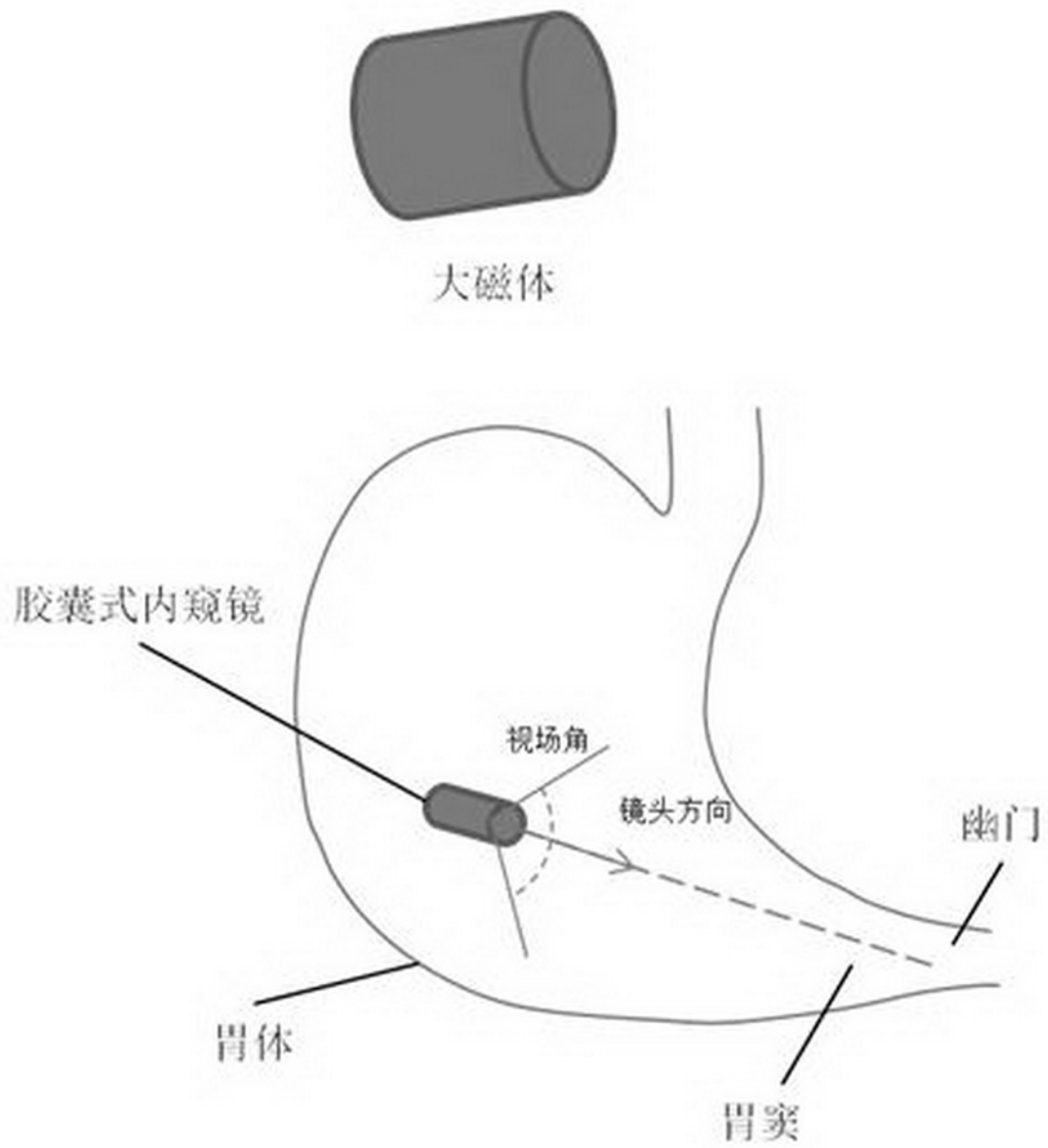


图2

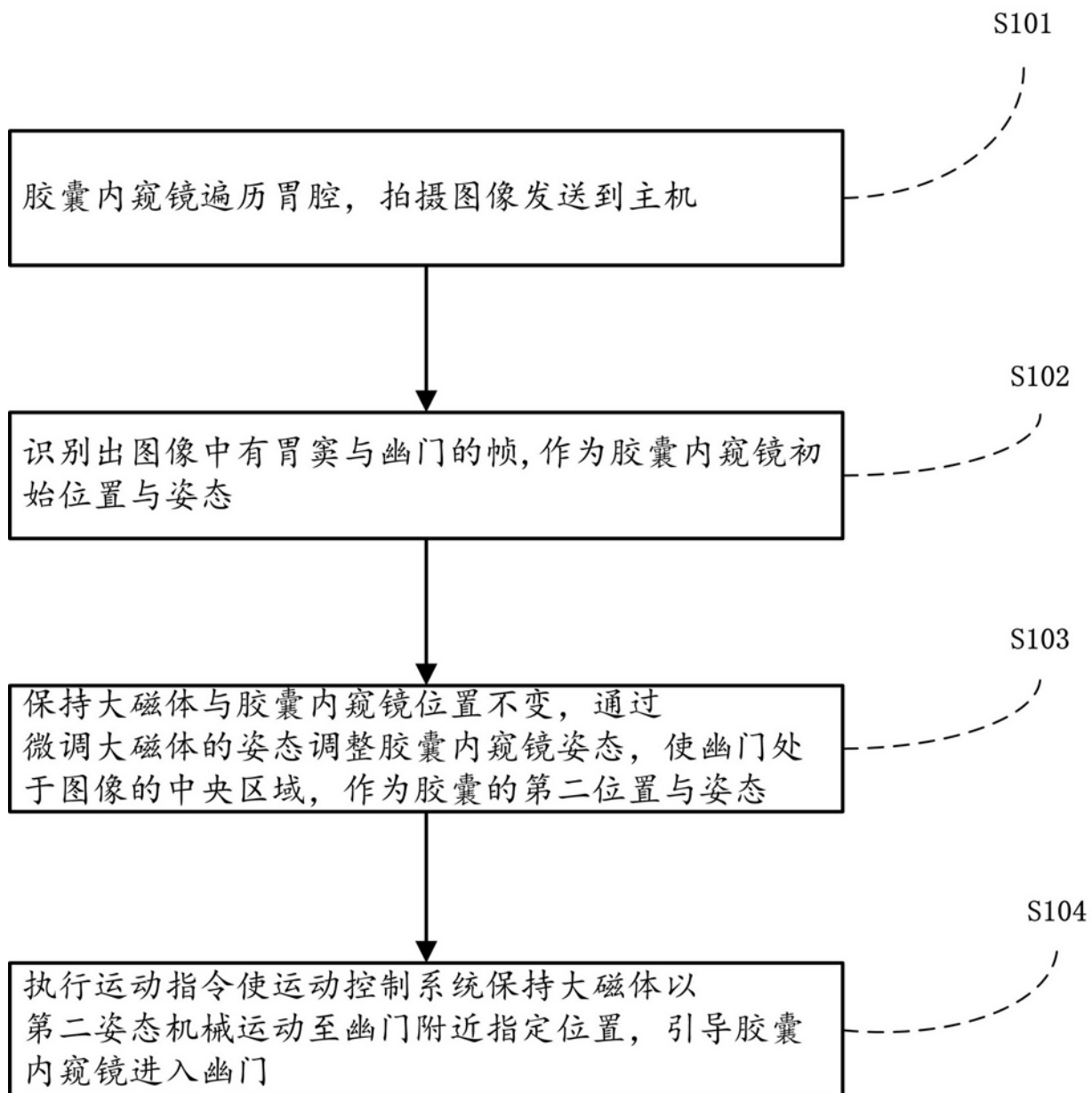


图3

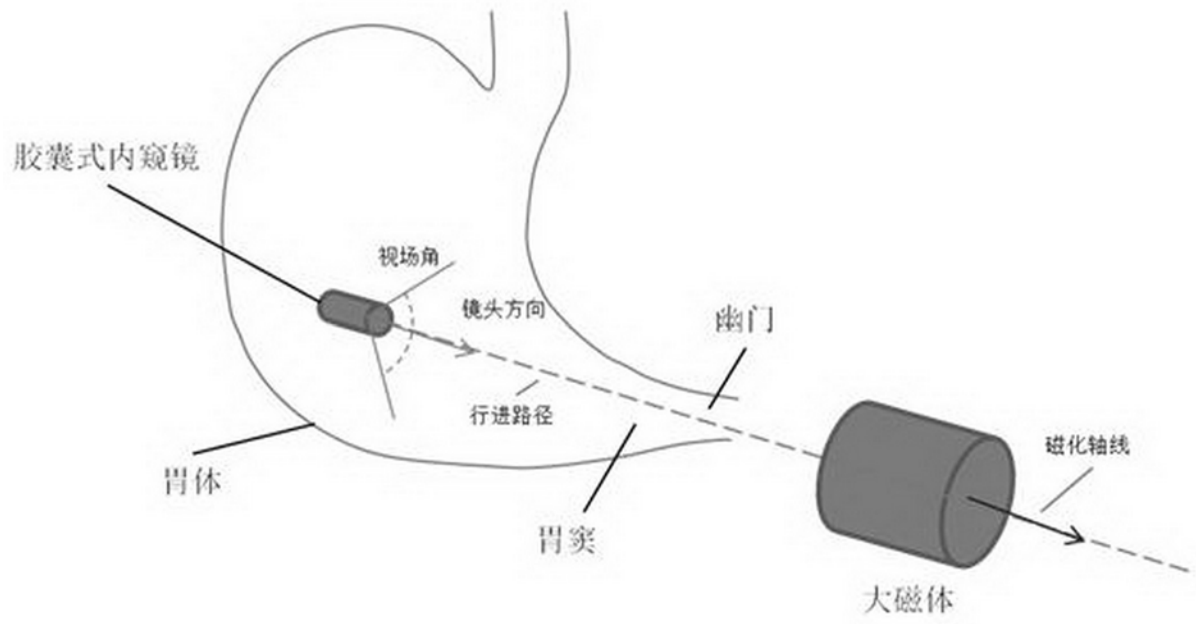


图4

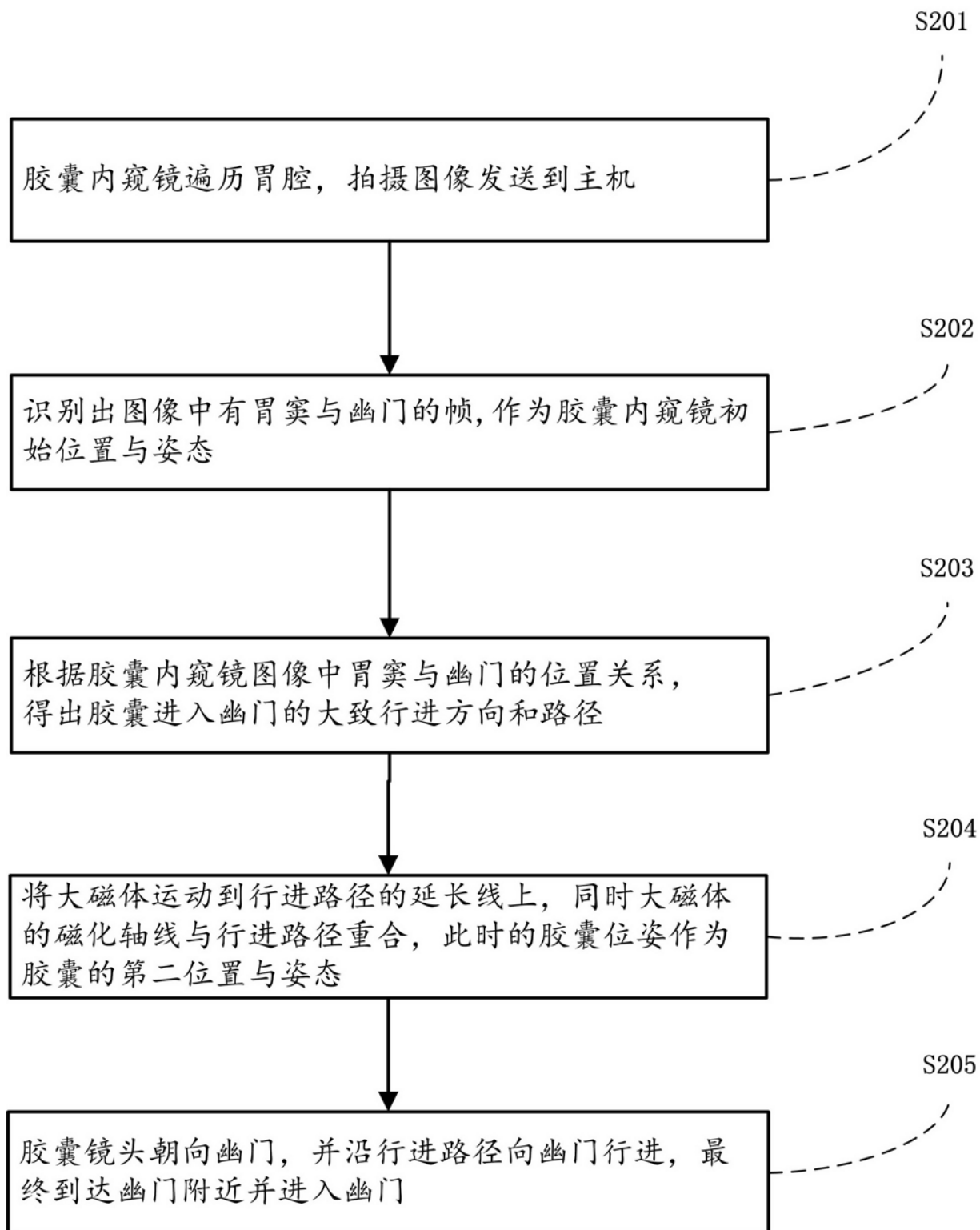


图5

专利名称(译)	一种胶囊内窥镜的控制方法及应用其的胶囊内窥镜		
公开(公告)号	CN110811497A	公开(公告)日	2020-02-21
申请号	CN201911239187.X	申请日	2019-12-06
[标]发明人	丛冰 王长明 王建平 阚述贤		
发明人	丛冰 王长明 王建平 阚述贤		
IPC分类号	A61B1/04 A61B1/045 A61B1/00 A61B1/273		
CPC分类号	A61B1/00131 A61B1/00158 A61B1/041 A61B1/045 A61B1/2736		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公布了一种胶囊内窥镜的控制方法，该方法利用磁偶极子模型和最小二乘算法实时计算胶囊内窥镜的位置与姿态，并通过大磁体位置与姿态控制保持胶囊镜头面向幽门方向的姿态，再通过磁控平台输入胶囊目标位置和姿态数据，进一步精确控制胶囊内窥镜的位姿和驱动大磁体保持姿态机械运动，使胶囊内窥镜快速、准确地运动至幽门附近，并进入幽门。本发明技术方案可以在胶囊内窥镜检查完毕后快速控制胶囊内窥镜进入幽门，减轻临床应用风险，提高受检者体验度，提升产品竞争力。

