



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111166329 A

(43)申请公布日 2020.05.19

(21)申请号 201811241205.3

(22)申请日 2018.10.24

(71)申请人 四川锦江电子科技有限公司
地址 610045 四川省成都市高新技术产业
开发区武侯科技园武科东三路5号

(72)发明人 邓立

(74)专利代理机构 四川力久律师事务所 51221
代理人 韩洋 刘童笛

(51)Int.Cl.

A61B 5/053(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

G06F 30/20(2020.01)

A61B 34/20(2016.01)

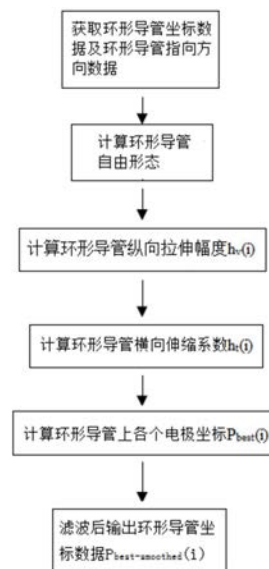
权利要求书3页 说明书8页 附图4页

(54)发明名称

一种可拉伸环形导管形态确定方法及装置

(57)摘要

本发明涉及磁电结合医疗定位导航领域,特别涉及一种可拉伸环形导管形态确定方法及装置。本发明提供的环形导管形态确定方法及装置实现了活体内植入环形导管的实时形态数据的采集、分析及形态的修正,采用本发明提供的方法具有分析精度高,计算效率高、实时性好的特点,而采用本发明提供的方法及装置对环形导管拉伸形态进行确定后,可有效避免环形导管形态畸变导致的心腔建模和标测准确性差的问题,从而有效避免医生对病灶区域的判断出错,增加医生治疗位置的准确度。



1. 一种可拉伸环形导管形态确定方法,其特征在于,

包括获取环形导管上电阻抗传感器坐标数据及环形导管上磁传感器坐标数据的步骤;

包括根据所述磁传感器坐标数据确定环形导管的自由形态平面的步骤;

包括计算环形导管纵向拉伸幅度、横向伸缩系数的步骤;

包括计算环形导管上电阻抗传感器修正后坐标对环形导管形态进行修正的步骤。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述环形导管的自由形态平面通过公式 $a(x-x_p)+b(y-y_p)+c(z-z_p)=0$ 确定,式中,参数 a 、 b 、 c 由所述自由形态平面的法向量 $v(a,b,c)$ 确定,参数 x_p 、 y_p 、 z_p 由所述自由形态平面上的点 $p_s(x_p,y_p,z_p)$ 确定。

3. 如权利要求2所述的方法,其特征在于,环形导管的纵向拉伸幅度由如下步骤获取:

通过公式 $p_r(i)-p(i)=\lambda*v$ 及公式 $(p_r(i)-p_s)*v=0$ 计算环形导管上各个电阻抗传感器的坐标 $p(i)$ 在所述自由形态平面上的投影位置 $p_r(i)$;其中, $0<i\leq N$, N 为环形导管上电阻抗传感器的数量, λ 是无量纲系数, $\lambda\neq 0$, v 是所述自由形态平面的法向量 $v(a,b,c)$;

通过公式 $C_o(x_o, y_o, z_o)=\frac{1}{N}\sum_{i=1}^N p_r(i)$ 及公式 $O_o(x_o, y_o, z_o)=\frac{r}{\|C_o-p_s\|}(C_o-p_s)+p_s$

获取环形导管的圆心坐标 $O(x_o, y_o, z_o)$;式中, $C_o(x_o, y_o, z_o)$ 表示环形导管部分 N 个电极的中心位置, r 为环形导管在自由形态下的环半径;

通过公式 $(p_{rc}(i)-O_o)\cdot v=0$ 、 $\|p_{rc}(i)-C_o\|=r$ 、 $(p_{rc}(i)-O_o)\cdot(p_{rc}(i-1)-O_o)=r^2\cos(\theta)$ 获取环形导管拉伸形态下电阻抗传感器坐标 $p_{rc}(i)$,式中参数 θ 为相邻电阻抗传感器的圆心角;

将修正后各电阻抗传感器到自由形态平面投影的最大距离作为最大纵向拉伸幅 $h_v=\max\|p_r(i)-p(i)\|$;

所述环形导管上每个电阻抗传感器的纵向拉伸幅度:

当 $1\leq i\leq i_{Max}$ 时,电阻抗传感器的纵向拉伸幅度 $h_v(i)=\frac{\sum_{k=1}^i Dis(k)}{\sum_{k=1}^{i_{Max}} Dis(k)}*\frac{h_v}{\|p(i)-p_r(i)\|}$;

当 $i_{Max}<i$ 时,电阻抗传感器的纵向拉伸幅度 $h_v(i)=1-\frac{\sum_{k=i_{Max}+1}^i Dis(k)}{\sum_{k=1}^{i_{Max}} Dis(k)}*\frac{h_v}{\|p(i)-p_r(i)\|}$;

式中参数 i_{Max} 为最大拉伸幅度电阻抗传感器的索引位置;参数 $Dis(k)$ 为第 k 个电阻抗传感器与 $k-1$ 个电阻抗传感器之间自由形态下的弧线长度,其中 $Dis(0)=0$ 。

4. 如权利要求3所述的方法,其特征在于,环形导管上第 i 个电阻抗传感器的横向伸缩系数 $h_t(i)=\frac{\|p_{rc}(i)-O_o\|}{\|p_r(i)-O_o\|}*(\frac{h_v(i)}{h_v})^\delta$,式中 δ 为纵向拉伸与横向伸缩关系系数, $1<\delta<5$ 。

5. 如权利要求4所述的方法,其特征在于,修正环形导管形态的步骤中,包括,通过公式 $p_{v-best}(i)=h_v(i)*(p(i)-p_r(i))+p_r(i)$ 对环形导管电阻抗传感器坐标进行纵向修正的步骤,式中 $p_{v-best}(i)$ 表示环形导管上第 i 个电阻抗传感器纵向修正后的坐标;

包括通过公式 $p_{t-best}(i)=h_t(i)*(p_r(i)-O_o)+O_o$ 对环形导管电阻抗传感器坐标进行横向修正的步骤,式中 $p_{t-best}(i)$ 表示环形导管上第 i 个电阻抗传感器横向修正后的坐标;

包括通过公式 $p_{best}(i)=p_{v-best}(i)+p_{t-best}(i)-p_r(i)$ 对环形导管电阻抗传感器坐标进行

合成修正的步骤,式中 $p_{best}(i)$ 表示环形导管上第 i 个电阻抗传感器合成修正后的坐标。

6.如权利要求5所述的方法,其特征在于,修正环形导管形态的步骤中,还包括通过公式 $p_{best-smoothed}(i) = (1-\gamma) * p_{best-smoothed}(i-1) + \gamma * p_{best}(i)$ 对环形导管上第 i 个电阻抗传感器坐标进行滤波处理的步骤;式中 $p_{best-smoothed}(i)$ 为第 i 个电阻抗传感器滤波处理后的坐标,参数 γ 为滤波系数,取值范围为 $0 < \gamma < 1$ 。

7.一种可拉伸环形导管形态确定装置,其特征在于,包括,

激励发放装置,用于发射激励信号;

磁场发生器,用于产生磁场信号;

放大器,用于将自环形导管重电阻抗传感器及磁传感器采集的数据进行放大;控制器,用于控制所述激励发放装置及磁场发生器工作;

运算处理器,包括,自由形态平面计算模块、纵向拉伸幅度计算模块、横向伸缩系数计算模块以及导管形态修正模块;

所述自由形态平面计算模块用于根据采集自所述磁传感器的坐标数据确定环形导管的自由形态平面;

所述纵向拉伸幅度计算模块、横向伸缩系数计算模块用于根据自环形导管重电阻抗传感器及磁传感器采集的数据分别计算电阻抗传感器的纵向拉伸幅度、横向伸缩系数;

所述导管形态修正模块用于根据所述自由形态平面计算模块、纵向拉伸幅度计算模块、横向伸缩系数计算模块的计算结果对环形导管形态进行修正。

8.如权利要求7所述的装置,其特征在于,所述自由形态平面计算模块通过公式 $a(x-x_p) + b(y-y_p) + c(z-z_p) = 0$ 确定,式中,式中:参数 a 、 b 、 c 由所述自由形态平面的法向量 $v(a, b, c)$ 确定,参数 x_p 、 y_p 、 z_p 由所述自由形态平面上的点 $p_s(x_p, y_p, z_p)$ 确定。

9.如权利要求8所述的装置,其特征在于,所述纵向拉伸幅度计算模块由如下步骤获取纵向拉伸幅度:

通过公式 $p_r(i) - p(i) = \lambda * v$ 及公式 $(p_r(i) - p_s) * v = 0$ 计算环形导管上各个电阻抗传感器的坐标 $p(i)$ 在所述自由形态平面上的投影位置 $p_r(i)$;其中, $0 < i \leq N$, N 为环形导管上电阻抗传感器的数量, λ 是无量纲系数, $\lambda \neq 0$, v 是所述自由形态平面的法向量 $v(a, b, c)$;

通过公式 $C_o(x_o, y_o, z_o) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N p_r(i)$ 及公式 $O_o(x_o, y_o, z_o) = \frac{r}{\|C_o - p_s\|} (C_o - p_s) + p_s$

获取环形导管的圆心坐标 $O(x_o, y_o, z_o)$;式中, $C_o(x_o, y_o, z_o)$ 表示环形导管部分 N 个电极的中心位置, r 为环形导管在自由形态下的环半径;

通过公式 $(p_{rc}(i) - O_o) \cdot v = 0$ 、 $\|p_{rc}(i) - C_o\| = r$ 、 $(p_{rc}(i) - O_o) \cdot (p_{rc}(i-1) - O_o) = r^2 \cos(\theta)$ 获取环形导管自由形态下电阻抗传感器坐标 $p_{rc}(i)$,式中参数 θ 为相邻电阻抗传感器的圆心角;

将修正后各电阻抗传感器到自由形态平面投影的最大距离作为最大纵向拉伸幅 $h_v = \max \|p_r(i) - p(i)\|$;

所述环形导管上每个电阻抗传感器的纵向拉伸幅度:

当 $1 \leq i \leq i_{Max}$ 时,电阻抗传感器的纵向拉伸幅度 $h_v(i) = \frac{\sum_{k=1}^i Dis(k)}{\sum_{k=1}^{i_{Max}} Dis(k)} * \frac{h_v}{\|p(i) - p_r(i)\|}$;

当 $i_{Max} < i$ 时, 电阻抗传感器的纵向拉伸幅度 $h_v(i) = 1 - \frac{\sum_{k=i_{Max}+1}^i Dis(k)}{\sum_{k=1}^{i_{Max}} Dis(k)} * \frac{h_v}{\|p(i) - p_r(i)\|}$;

式中参数 i_{Max} 为最大拉伸幅度电阻抗传感器的索引位置; 参数 $Dis(k)$ 为第 k 个电阻抗传感器与 $k-1$ 个电阻抗传感器之间自由形态下的弧线长度, 其中 $Dis(0) = 0$; 所述横向伸缩

系数计算模块通过公式 $h_t(i) = \frac{\|p_{rc}(i) - O_o\|}{\|p_r(i) - O_o\|} * (\frac{h_v(i)}{h_v})^\delta$ 得出环形导管上第 i 个电阻抗传感器

的横向伸缩系数, 式中 δ 为纵向拉伸与横向伸缩关系系数, $1 < \delta < 5$ 。

10. 如权利要求9所述的装置, 其特征在于, 所述导管形态修正模块采用如下步骤对环形导管形态进行修正:

通过公式 $p_{v-best}(i) = h_v(i) * (p(i) - p_r(i)) + p_r(i)$ 对环形导管电阻抗传感器坐标进行纵向修正的步骤, 式中 $p_{v-best}(i)$ 表示环形导管上第 i 个电阻抗传感器纵向修正后的坐标;

包括通过公式 $p_{t-best}(i) = h_t(i) * (p_r(i) - O_o) + O_o$ 对环形导管电阻抗传感器坐标进行横向修正的步骤, 式中 $p_{t-best}(i)$ 表示环形导管上第 i 个电阻抗传感器横向修正后的坐标;

包括通过公式 $p_{best}(i) = p_{v-best}(i) + p_{t-best}(i) - p_r(i)$ 对环形导管电阻抗传感器坐标进行合成修正的步骤, 式中 $p_{best}(i)$ 表示环形导管上第 i 个电阻抗传感器合成修正后的坐标。

一种可拉伸环形导管形态确定方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及磁电结合医疗定位导航领域,特别涉及一种可拉伸环形导管形态确定方法及装置。

背景技术

[0002] 目前,许多三维医疗定位导管装置多涉及在活体内放置具有多个阻抗采集器的导管,采用电阻抗定位的方法确定导管的位置,但活体内电场变化复杂,导致采集后显示的导管形态畸变,形态畸变具体如图1A、图1C所示。而导管的形态畸变会影响心腔建模和标测的准确性,进一步影响到医生对病灶区域的判断,最终导致治疗位置错误。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于克服现有技术中所存在的上述不足,为在心腔内采集电阻抗数据功能的环形导管提供一种导管形态数据实时采集和精确分析的方法

[0004] 为了实现上述发明目的,本发明提供了以下技术方案:

[0005] 一种可拉伸环形导管形态确定方法,

[0006] 包括获取环形导管上电阻抗传感器坐标数据及环形导管上磁传感器坐标数据的步骤;

[0007] 包括根据所述磁传感器坐标数据确定环形导管的自由形态平面的步骤;所述自由形态平面是指导管环形部分(本文中称为环形导管)在未受外力作用时所处的平面,如图1B所示,未收外力作用时导管环形部分上的电极在同一个平面上,该平面即自由形态平面。受力后,导管环形会发生拉伸,图1D是其中一种拉伸形态。

[0008] 包括计算环形导管纵向拉伸幅度、横向伸缩系数的步骤;

[0009] 包括计算环形导管上电阻抗传感器修正后坐标对环形导管形态进行修正的步骤。

[0010] 进一步的,所述环形导管的自由形态平面通过公式 $a(x-x_p)+b(y-y_p)+c(z-z_p)=0$ 确定,式中:参数 a 、 b 、 c 由所述自由形态平面的法向量 $v(a,b,c)$ 确定,参数 x_p 、 y_p 、 z_p 由所述自由形态平面上的点 $p_s(x_p, y_p, z_p)$ 确定。点 $p_s(x_p, y_p, z_p)$ 是根据导管上的磁坐标和磁方向推导出的位于自由形态环面上的点,它的确定如下: $p_s(x_p, y_p, z_p) = dis * v(a, b, c) + P_m(x_m, y_m, z_m)$;其中, dis 为导管上磁传感器距离自由形态面的距离,由生产厂商提供; $P_m(x_m, y_m, z_m)$ 是磁传感器实时采集的磁坐标数据; $v(a, b, c)$ 为单位磁方向向量,垂直于自由形态平面。

[0011] 进一步的,环形导管的纵向拉伸幅度由如下步骤获取:

[0012] 通过公式 $p_r(i) - p(i) = \lambda * v$ 及公式 $(p_r(i) - p_s) * v = 0$ 计算环形导管上各个电阻抗传感器的坐标 $p(i)$ 在所述自由形态平面上的投影位置 $p_r(i)$;其中, $0 < i \leq N$, N 为环形导管上电阻抗传感器的数量, λ 是无量纲系数, $\lambda \neq 0$, v 是所述自由形态平面的法向量 $v(a, b, c)$;

[0013] 通过公式 $C_o(x_o, y_o, z_o) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N p_r(i)$ 及公式 $O_o(x_o, y_o, z_o) = \frac{r}{\|C_o - p_s\|} (C_o - p_s) + p_s$

获取环形导管的圆心坐标 $O(x_o, y_o, z_o)$;式中, $C_o(x_o, y_o, z_o)$ 表示环形导管部分 N 个电极的中

心位置, r 为环形导管在自由形态下的环半径;

[0014] 通过公式 $(p_{rc}(i) - O_o) \cdot v = 0$ 、 $\|p_{rc}(i) - C_o\| = r$ 、 $(p_{rc}(i) - O_o) \cdot (p_{rc}(i-1) - O_o) = r^2 \cos(\theta)$ 获取环形导管拉伸形态下电阻抗传感器坐标 $p_{rc}(i)$, 式中参数 θ 为相邻电阻抗传感器的圆心角;

[0015] 将修正后各电阻抗传感器到自由形态平面投影的最大距离作为最大纵向拉伸幅度 $h_v = \max \|p_r(i) - p(i)\|$;

[0016] 所述环形导管上每个电阻抗传感器的纵向拉伸幅度:

[0017] 当 $1 \leq i \leq iMax$ 时, 电阻抗传感器的纵向拉伸幅度 $h_v(i) = \frac{\sum_{k=1}^i Dis(k)}{\sum_{k=1}^{iMax} Dis(k)} * \frac{h_v}{\|p(i) - p_r(i)\|}$;

[0018] 当 $iMax < i$ 时, 电阻抗传感器的纵向拉伸幅度 $h_v(i) = 1 - \frac{\sum_{k=iMax+1}^i Dis(k)}{\sum_{k=1}^{iMax} Dis(k)} * \frac{h_v}{\|p(i) - p_r(i)\|}$;

[0019] 式中参数 $iMax$ 为最大拉伸幅度电阻抗传感器的索引位置; 参数 $Dis(k)$ 为第 k 个电阻抗传感器与 $k-1$ 个电阻抗传感器之间自由形态下的弧线长度, 其中 $Dis(0) = 0$ 。

[0020] 进一步的, 环形导管上第 i 个电阻抗传感器的横向伸缩系数 $h_r(i) = \frac{\|p_{rc}(i) - O_o\|}{\|p_r(i) - O_o\|} * (\frac{h_v(i)}{h_v})^\delta$,

式中 δ 为纵向拉伸与横向伸缩关系系数, $1 < \delta < 5$ 。

[0021] δ 与导管材料有关, δ 越大, 导管在平行于自由面方向上的横向拉伸越困难, δ 越小, 导管在平行于自由面方向上的横向拉伸越容易, 不同材料导管, 参数不同。

[0022] 进一步的, 修正环形导管形态的步骤中, 包括,

[0023] 通过公式 $p_{v-best}(i) = h_v(i) * (p(i) - p_r(i)) + p_r(i)$ 对环形导管电阻抗传感器坐标进行纵向修正的步骤, 式中 $p_{v-best}(i)$ 表示环形导管上第 i 个电阻抗传感器纵向修正后的坐标;

[0024] 包括通过公式 $p_{t-best}(i) = h_t(i) * (p_r(i) - O_o) + O_o$ 对环形导管电阻抗传感器坐标进行横向修正的步骤, 式中 $p_{t-best}(i)$ 表示环形导管上第 i 个电阻抗传感器横向修正后的坐标;

[0025] 包括通过公式 $p_{best}(i) = p_{v-best}(i) + p_{t-best}(i) - p_r(i)$ 对环形导管电阻抗传感器坐标进行合成修正的步骤, 式中 $p_{best}(i)$ 表示环形导管上第 i 个电阻抗传感器合成修正后的坐标。

[0026] 进一步的, 修正环形导管形态的步骤中, 还包括通过公式 $p_{best-smoothed}(i) = (1 - \gamma) * p_{best-smoothed}(i-1) + \gamma * p_{best}(i)$ 对环形导管上第 i 个电阻抗传感器坐标进行滤波处理的步骤; 式中 $p_{best-smoothed}(i)$ 为第 i 个电阻抗传感器滤波处理后的坐标, 参数 γ 为滤波系数, 取值范围为 $0 < \gamma < 1$ 。

[0027] 本发明同时提供一种可拉伸环形导管形态确定装置, 包括,

[0028] 激励发放装置, 用于发射激励信号;

[0029] 磁场发生器, 用于产生磁场信号;

[0030] 放大器, 用于将自环形导管重电阻抗传感器及磁传感器采集的数据进行放大;

[0031] 控制器, 用于控制所述激励发放装置及磁场发生器工作;

[0032] 运算处理器, 包括, 自由形态平面计算模块、纵向拉伸幅度计算模块、横向伸缩系数计算模块以及导管形态修正模块;

[0033] 所述自由形态平面计算模块用于根据采集自所述磁传感器的坐标数据确定环形

导管的自由形态平面；

[0034] 所述纵向拉伸幅度计算模块、横向伸缩系数计算模块用于根据自环形导管重电阻抗传感器及磁传感器采集的数据分别计算电阻抗传感器的纵向拉伸幅度、横向伸缩系数；

[0035] 所述导管形态修正模块用于根据所述自由形态平面计算模块、纵向拉伸幅度计算模块、横向伸缩系数计算模块的计算结果对环形导管形态进行修正。

[0036] 进一步的，所述自由形态平面计算模块通过公式 $a(x-x_p)+b(y-y_p)+c(z-z_p)=0$ 确定，式中：参数 a 、 b 、 c 由所述自由形态平面的法向量 $v(a, b, c)$ 确定，参数 x_p 、 y_p 、 z_p 由所述自由形态平面上的点 $p_s(x_p, y_p, z_p)$ 确定。

[0037] 进一步的，所述纵向拉伸幅度计算模块由如下步骤获取纵向拉伸幅度：

[0038] 通过公式 $p_r(i)-p(i)=\lambda*v$ 及公式 $(p_r(i)-p_s)*v=0$ 计算环形导管上各个电阻抗传感器的坐标 $p(i)$ 在所述自由形态平面上的投影位置 $p_r(i)$ ；其中， $0<i\leq N$ ， N 为环形导管上电阻抗传感器的数量， λ 是无量纲系数， $\lambda\neq 0$ ， v 是所述自由形态平面的法向量 $v(a, b, c)$ ；

[0039] 通过公式 $C_o(x_o, y_o, z_o)=\frac{1}{N}\sum_{i=1}^N p_r(i)$ 及公式 $O_o(x_o, y_o, z_o)=\frac{r}{\|C_o-p_s\|}(C_o-p_s)+p_s$

获取环形导管的圆心坐标 $O(x_o, y_o, z_o)$ ；式中， $C_o(x_o, y_o, z_o)$ 表示环形导管部分 N 个电极的中心位置， r 为环形导管在自由形态下的环半径；

[0040] 通过公式 $(p_{rc}(i)-O_o)\cdot v=0$ 、 $\|p_{rc}(i)-C_o\|=r$ 、 $(p_{rc}(i)-O_o)\cdot(p_{rc}(i-1)-O_o)=r^2\cos(\theta)$ 获取环形导管自由形态下电阻抗传感器坐标 $p_{rc}(i)$ ，式中参数 θ 为相邻电阻抗传感器的圆心角；

[0041] 将修正后各电阻抗传感器到自由形态平面投影的最大距离作为最大纵向拉伸幅度 $h_v=\max\|p_r(i)-p(i)\|$ ；

[0042] 所述环形导管上每个电阻抗传感器的纵向拉伸幅度：

[0043] 当 $1\leq i\leq iMax$ 时，电阻抗传感器的纵向拉伸幅度 $h_v(i)=\frac{\sum_{k=1}^i Dis(k)}{\sum_{k=1}^{iMax} Dis(k)}*\frac{h_v}{\|p(i)-p_r(i)\|}$ ；

[0044] 当 $iMax< i$ 时，电阻抗传感器的纵向拉伸幅度 $h_v(i)=1-\frac{\sum_{k=iMax+1}^i Dis(k)}{\sum_{k=1}^{iMax} Dis(k)}*\frac{h_v}{\|p(i)-p_r(i)\|}$ ；

[0045] 式中参数 $iMax$ 为最大拉伸幅度电阻抗传感器的索引位置；参数 $Dis(k)$ 为第 k 个电阻抗传感器与 $k-1$ 个电阻抗传感器之间自由形态下的弧线长度，其中 $Dis(0)=0$ ；

[0046] 所述横向伸缩系数计算模块通过公式 $h_t(i)=\frac{\|p_{rc}(i)-O_o\|}{\|p_r(i)-O_o\|}*(\frac{h_v(i)}{h_v})^\delta$ 环形导管上第 i

个电阻抗传感器的横向伸缩系数，式中 δ 为纵向拉伸与横向伸缩关系系数， $1<\delta<5$ 。

[0047] 进一步的，所述导管形态修正模块采用如下步骤对环形导管形态进行修正：通过公式 $p_{v-best}(i)=h_v(i)*(p(i)-p_r(i))+p_r(i)$ 对环形导管电阻抗传感器坐标进行纵向修正的步骤，式中 $p_{v-best}(i)$ 表示环形导管上第 i 个电阻抗传感器纵向修正后的坐标；

[0048] 包括通过公式 $p_{t-best}(i)=h_t(i)*(p_r(i)-O_o)+O_o$ 对环形导管电阻抗传感器坐标进行横向修正的步骤，式中 $p_{t-best}(i)$ 表示环形导管上第 i 个电阻抗传感器横向修正后的坐标；

[0049] 包括通过公式 $p_{best}(i)=p_{v-best}(i)+p_{t-best}(i)-p_r(i)$ 对环形导管电阻抗传感器坐标进行合成修正的步骤，式中 $p_{best}(i)$ 表示环形导管上第 i 个电阻抗传感器合成修正后的坐

标。

[0050] 与现有技术相比,本发明的有益效果:本发明提供的环形导管形态确定方法及装置实现了活体内植入环形导管的实时形态数据的采集、分析及形态的修正,采用本发明提供的方法具有分析精度高,计算效率高、实时性好的特点,而采用本发明提供的方法及装置对环形导管拉伸形态进行确定后,可有效避免环形导管形态畸变导致的心腔建模和标测准确性差的问题,从而有效避免医生对病灶区域的判断出错,增加医生治疗位置的准确度。

附图说明:

- [0051] 图1A为环形导管畸变形态示例图。
- [0052] 图1B为环形导管自由形态示例图。
- [0053] 图1C为环形导管受拉伸形态修畸变示例图。
- [0054] 图1D为对图1C示例进行拉伸后环形导管形态图。
- [0055] 图2本发明提供的环形导管形态确定装置工作示例图。
- [0056] 图3为本发明提供的环形导管形态确定方法流程图。

具体实施方式

[0057] 下面结合附图及具体实施例对本发明作进一步的详细描述。但不应将此理解为本发明上述主题的范围仅限于以下的实施例,凡基于本发明内容所实现的技术均属于本发明的范围。

[0058] 实施例1:如图2所示,本实施例提供一种可拉伸环形导管形态确定装置,包括,用于发射激励信号的激励发放装置;用于产生磁场信号的磁场发生器;用于将自环形导管重电阻抗传感器及磁传感器采集的数据进行放大的放大器;用于控制所述激励发放装置及磁场发生器工作的控制器,该控制器同时与激励发放装置、磁场发生器、放大器及运算处理器连接;具体的,控制器控制激励发放装置,按照激励V1-->激励V2-->激励V3的顺序循环依次发放激励,其中V1激励是在电极片A-F之间发放;V2激励是在电极片B-E之间发放;V3激励是在电极片C-D之间发放;环形导管上各个电阻抗传感器分别采集其到电极片A、B、C、D、E、F之间的阻抗数据(如图2所示,电极片A、B、C、D、E、F分别放置在人体指定位置);经放大处理后,输入到运算处理器中。同时,控制器按照一定的周期控制磁场发生器开启与关闭,开启时,利用环形导管上的磁传感器采集磁坐标数据,同样输入到运算处理器中,磁坐标数据用于确定导管所处位置和所指方向,电阻抗数据经过运算处理器处理得到电极(电阻抗传感器)坐标。

[0059] 运算处理器,包括,自由形态平面计算模块、纵向拉伸幅度计算模块、横向伸缩系数计算模块以及导管形态修正模块;

[0060] 所述自由形态平面计算模块用于根据采集自所述磁传感器的坐标数据确定环形导管的自由形态平面;

[0061] 具体的,首先,根据已知的环形导管的指向方向、电极之间的欧氏空间距离,以及沿着导管指向方向看环面的时针方向,确定导管在未外力作用情况下的形态,简称为自由形态。接着,在自由形态基础上,根据导管相对于自由形态所在平面的纵向拉伸高度,平行于自己形态所在平面的横向伸缩幅度,以及电极之间的欧氏空间距离,确定环形导管实际

形态(拉伸形态)。

[0062] 进一步的,获取环形导管的自由形态平面,自由形态平面是指环形导管在未受外力作用时所处的平面,如图1B所示,未收外力作用时环形导管上的电极在同一个平面上。受力后,环形导管会发生拉伸,图1D是其中一种拉伸形态。

[0063] 自由形态计算过程包括:

[0064] A、计算自由形态平面的平面方程:

$$[0065] \quad a(x-x_p) + b(y-y_p) + c(z-z_p) = 0 \quad (1)$$

[0066] 式中,参数a、b、c由所述自由形态平面的法向量 $v(a, b, c)$ 确定,自由形态平面法向量为 $v(a, b, c)$,即为上文提到的导管所指方向,参数 x_p, y_p, z_p 由所述自由形态平面上的点 $p_s(x_p, y_p, z_p)$ 确定由上文磁坐标数据确定。

[0067] B、计算拉伸状态下环形导管上各电极(电阻抗传感器)坐标在自由形态平面上的投影 $p_r(i)$;

$$[0068] \quad p_r(i) - p(i) = \lambda * v \quad (2)$$

$$[0069] \quad (p_r(i) - p_s) * v = 0 \quad (3)$$

[0070] 联合公式(2)和(3)求解,得到 $p(i) = p_i(x_i, y_i, z_i)$ 对应的投影坐标 $p_r(i)$,其中, $0 < i \leq N$,N为环形导管上电极(电阻抗传感器)的数量, λ 是无量纲系数, $\lambda \neq 0$, v 是所述自由形态平面的法向量 $v(a, b, c)$;

[0071] C、计算自由形态下环形导管的圆心坐标 $O(x_o, y_o, z_o)$:

$$[0072] \quad C_o(x_o, y_o, z_o) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N p_r(i) \quad (4)$$

$$[0073] \quad O_o(x_o, y_o, z_o) = \frac{r}{\|C_o - p_s\|} (C_o - p_s) + p_s \quad (5)$$

[0074] 式中:参数 $p_r(i)$ 为环形导管电极(电阻抗传感器)坐标在自由平面上的投影坐标; $C_o(x_o, y_o, z_o)$ 表示环形导管N个电极的中心位置, r 为环形导管在自由形态下的环半径;。

[0075] D、计算自由形态下环上电极(电阻抗传感器)坐标 $p_{rc}(i)$:

$$[0076] \quad (p_{rc}(i) - O_o) \cdot v = 0 \quad (6)$$

$$[0077] \quad \|p_{rc}(i) - C_o\| = r \quad (7)$$

$$[0078] \quad (p_{rc}(i) - O_o) \cdot (p_{rc}(i-1) - O_o) = r^2 \cos(\theta) \quad (8)$$

[0079] 联合公式(6)、(7)、(8),求出自由形态下环形导管上电极(电阻抗传感器)坐标 $p_{rc}(i)$,式中参数 r 为自由形态下环半径;参数 θ 为相邻电极(电阻抗传感器)圆心角。

[0080] 所述纵向拉伸幅度计算模块、横向伸缩系数计算模块用于根据自环形导管重电阻抗传感器及磁传感器采集的数据分别计算电阻抗传感器的纵向拉伸幅度、横向伸缩系数;

[0081] 所述导管形态修正模块用于根据所述自由形态平面计算模块、纵向拉伸幅度计算模块、横向伸缩系数计算模块的计算结果对环形导管形态进行修正。

[0082] 所述纵向拉伸幅度计算模块计算纵向拉伸幅度是过程为:

[0083] A、计算拉伸后环上电极到自由平面投影的最大距离作为最大纵向拉伸幅度 h_v :

$$[0084] \quad h_v = \max \|p_r(i) - p(i)\| \quad (9)$$

[0085] B、计算导管上每个电极的纵向拉伸幅度:

[0086] 当 $1 \leq i \leq i_{Max}$ 时,环形导管上的电阻抗传感器的纵向拉伸幅度由下式获得:

$$[0087] \quad h_v(i) = \frac{\sum_{k=1}^i Dis(k)}{\sum_{k=1}^{iMax} Dis(k)} * \frac{h_v}{\|p(i) - p_r(i)\|} \quad (10)$$

[0088] 当 $iMax < i$ 时: 环形导管上的电阻抗传感器的纵向拉伸幅度由下式获得:

$$[0089] \quad h_v(i) = 1 - \frac{\sum_{k=iMax+1}^i Dis(k)}{\sum_{k=1}^{iMax} Dis(k)} * \frac{h_v}{\|p(i) - p_r(i)\|} \quad (11)$$

[0090] 式中参数 $iMax$ 为公式 (9) 对应的最大拉伸幅度电极的索引位置; 参数 $Dis(k)$ 为第 k 个电极与 $k-1$ 个电极之间自由形态下的弧线长度, 其中 $Dis(0) = 0$ 。

[0091] 所述横向伸缩系数计算模块计算横向伸缩系数的过程为:

[0092] A、针对环上第 i 个电极 (电阻抗传感器) 计算其横向伸缩系数 $h_t(i)$:

$$[0093] \quad h_t(i) = \frac{\|p_{rc}(i) - O_o\|}{\|p_r(i) - O_o\|} * \left(\frac{h_v(i)}{h_v}\right)^\delta \quad (12)$$

[0094] 式中 δ 为纵向拉伸与横向伸缩关系系数, $1 < \delta < 5$, δ 与环形导管的材料有关, δ 越大, 导管在平行于自由面方向上的横向伸缩越困难, δ 越小, 导管在平行于自由面方向上的横向伸缩越容易, 不同材料导管, 参数不同。

[0095] 所述导管形态修正模块计算环形导管拉伸形态的过程为:

[0096] A、纵向修正:

$$[0097] \quad p_{v-best}(i) = h_v(i) * (p(i) - p_r(i)) + p_r(i) \quad (13)$$

[0098] 式中 $p_{v-best}(i)$ 表示环形导管上第 i 个电阻抗传感器纵向修正后的坐标;

[0099] B、横向修正:

$$[0100] \quad p_{t-best}(i) = h_t(i) * (p_r(i) - O_o) + O_o \quad (14)$$

[0101] 式中 $p_{t-best}(i)$ 表示环形导管上第 i 个电阻抗传感器横向修正后的坐标;

[0102] C、合成修正:

$$[0103] \quad p_{best}(i) = p_{v-best}(i) + p_{t-best}(i) - p_r(i) \quad (15)$$

[0104] 式中 $p_{best}(i)$ 表示环形导管上第 i 个电阻抗传感器合成修正后的坐标。

[0105] D、滤波处理:

$$[0106] \quad p_{best-smoothed}(i) = (1 - \gamma) * p_{best-smoothed}(i-1) + \gamma * p_{best}(i) \quad (16)$$

[0107] 式中, 参数 γ 为滤波系数, 取值范围为 $0 < \gamma < 1$ 。

[0108] 运算处理器中还包括滤波处理模块, 该滤波处理模块通过公式 $p_{best-smoothed}(i) = (1 - \gamma) * p_{best-smoothed}(i-1) + \gamma * p_{best}(i)$ 对环形导管上第 i 个电阻抗传感器坐标进行滤波处理; 式中 $p_{best-smoothed}(i)$ 为第 i 个电阻抗传感器滤波处理后的坐标, 参数 γ 为滤波系数, 取值范围为 $0 < \gamma < 1$ 。

[0109] 实施例2: 如图3所示, 本实施例提供一种可拉伸环形导管形态确定方法, 包括获取环形导管上电阻抗传感器坐标数据及环形导管上磁传感器坐标数据的步骤;

[0110] 包括根据所述磁传感器坐标数据确定环形导管的自由形态平面的步骤; 所述自由形态平面是指环形导管部分在未受外力作用时所处的平面, 如图1B所示, 未收外力作用时环形导管部分上的电极在同一个平面上, 该平面即自由形态平面。受力后, 环形导管会发生拉伸, 图1D是其中一种拉伸形态。

[0111] 包括计算环形导管纵向拉伸幅度、横向伸缩系数的步骤；

[0112] 包括计算环形导管上电阻抗传感器修正后坐标对环形导管形态进行修正的步骤。

[0113] 具体的,根据已知的环形导管的指向方向、电极之间的欧氏空间距离,以及沿着导管指向方向看环面的时针方向,确定导管在未外力作用情况下的形态,简称为自由形态。接着,在自由形态基础上,根据导管相对于自由形态所在平面的纵向拉伸高度,平行于自己形态所在平面的横向伸缩幅度,以及电极之间的欧氏空间距离,确定环形导管实际形态(拉伸形态)。

[0114] 进一步的,自由形态平面是指环形导管在未受外力作用时所处的平面,如图1B所示,未收外力作用时环形导管上的电极在同一个平面上。受力后,环形导管会发生拉伸,图1D是其中一种拉伸形态。根据所述磁传感器坐标数据确定环形导管的自由形态平面的步骤中,自由形态计算过程包括:

[0115] A、计算自由形态平面的平面方程:

$$[0116] \quad a(x-x_p) + b(y-y_p) + c(z-z_p) = 0 \quad (1)$$

[0117] 式中,参数a、b、c由所述自由形态平面的法向量 $v(a, b, c)$ 确定,自由形态平面法向量为 $v(a, b, c)$,即为上文提到的导管所指方向,参数 x_p, y_p, z_p 由所述自由形态平面上的点 $p_s(x_p, y_p, z_p)$ 确定由上文磁坐标数据确定。

[0118] B、计算拉伸状态下环形导管上各电极(电阻抗传感器)坐标 $p(i)$ 在自由形态平面上的投影 $p_r(i)$;

$$[0119] \quad p_r(i) - p(i) = \lambda * v \quad (2)$$

$$[0120] \quad (p_r(i) - p_s) * v = 0 \quad (3)$$

[0121] 联合公式(2)和(3)求解,得到 $p_i(x_i, y_i, z_i)$ 对应的投影坐标 $p_r(i)$,其中, $0 < i \leq N$,N为环形导管上电极(电阻抗传感器)的数量, λ 是无量纲系数, $\lambda \neq 0$, v 是所述自由形态平面的法向量 $v(a, b, c)$; p_s 即 $p_s(x_p, y_p, z_p)$ 。

[0122] C、计算自由形态下环形导管的圆心坐标 $O_0(x_0, y_0, z_0)$;

$$[0123] \quad C_0(x_0, y_0, z_0) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (p_r(n+i) - p_r(i)) \quad (4)$$

$$[0124] \quad O_0(x_0, y_0, z_0) = \frac{r}{\|C_0 - p_s\|} (C_0 - p_s) + p_s \quad (5)$$

[0125] 式中:参数 $p_r(i)$ 、 $p_r(n+i)$ 为导管电极(电阻抗传感器)坐标在自由平面上的投影坐标; C_0 即 $C_0(x_0, y_0, z_0)$,表示环形导管N个电极(电阻抗传感器)的中心位置, r 为环形导管在自由形态下的环半径。

[0126] D、计算自由形态下环上电极(电阻抗传感器)坐标 $p_{rc}(i)$;

$$[0127] \quad (p_{rc}(i) - O_0) \cdot v = 0 \quad (6)$$

$$[0128] \quad \|p_{rc}(i) - C_0\| = r \quad (7)$$

$$[0129] \quad (p_{rc}(i) - O_0) \cdot (p_{rc}(i-1) - O_0) = r^2 \cos(\theta) \quad (8)$$

[0130] 联合公式(6)、(7)、(8),求出自由形态下环形导管上电极(电阻抗传感器)坐标 $p_{rc}(i)$,式中参数 r 为自由形态下环半径;参数 θ 为相邻电极(电阻抗传感器)圆心角, O_0 即上文中 $O_0(x_0, y_0, z_0)$ 。应注意的是公式(2)(3)(4)(5)(6)(7)(8)的计算过程是为后续纵向拉伸幅度、横向伸缩系数计算的准备工作,其无论是被看做是自由形态平面确定过程的一部分,

还是被看做为后续纵向拉伸幅度、横向伸缩系数计算过程的一部分,都不影响本方法提供方法实现发明目的,其均应为本发明的具体实施例,属于本发明保护范围之内。

[0131] 计算环形导管纵向拉伸幅度、横向伸缩系数的步骤中,纵向拉伸幅度计算过程为:

[0132] A、计算拉伸后环上电极到自由平面投影的最大距离作为最大纵向拉伸幅度 h_v :

$$[0133] \quad h_v = \max \| p_r(i) - p(i) \| \quad (9)$$

[0134] B、计算导管上每个电极的纵向拉伸幅度:

[0135] 当 $1 \leq i \leq i_{Max}$ 时,环形导管上的电阻抗传感器的纵向拉伸幅度由下式获得:

$$[0136] \quad h_v(i) = \frac{\sum_{k=1}^i Dis(k)}{\sum_{k=1}^{i_{Max}} Dis(k)} * \frac{h_v}{\|p(i) - p_r(i)\|} \quad (10)$$

[0137] 当 $i_{Max} < i$ 时:环形导管上的电阻抗传感器的纵向拉伸幅度由下式获得:

$$[0138] \quad h_v(i) = 1 - \frac{\sum_{k=i_{Max}+1}^i Dis(k)}{\sum_{k=1}^{i_{Max}} Dis(k)} * \frac{h_v}{\|p(i) - p_r(i)\|} \quad (11)$$

[0139] 式中参数 i_{Max} 为公式(9)对应的最大拉伸幅度电极的索引位置;参数 $Dis(k)$ 为第 k 个电极与 $k-1$ 个电极之间自由形态下的弧线长度,其中 $Dis(0) = 0$ 。

[0140] 横向伸缩系数计算过程为:

[0141] A、针对环上第 i 个电极(电阻抗传感器)计算其横向伸缩系数 $h_t(i)$:

$$[0142] \quad h_t(i) = \frac{\|p_{rc}(i) - O_o\|}{\|p_r(i) - O_o\|} * \left(\frac{h_v(i)}{h_v}\right)^\delta \quad (12)$$

[0143] 式中 δ 为纵向拉伸与横向伸缩的关系系数, $1 < \delta < 5$, δ 与环形导管的材料有关, δ 越大,导管在平行于自由面方向上的横向伸缩越困难, δ 越小,导管在平行于自由面方向上的横向伸缩越容易,不同材料导管,参数不同。应注意的是,本方法中,纵向拉伸幅度及横向伸缩系数的计算并不分前后顺序,而是可以同时进行或者任意一个先计算。

[0144] 包括计算环形导管上电阻抗传感器修正后坐标对环形导管形态进行修正的步骤中,包括拉伸形态计算过程:

[0145] A、纵向修正:

$$[0146] \quad p_{v-best}(i) = h_v(i) * (p(i) - p_r(i)) + p_r(i) \quad (13)$$

[0147] 式中 $p_{v-best}(i)$ 表示环形导管上第 i 个电阻抗传感器纵向修正后的坐标;

[0148] B、横向修正:

$$[0149] \quad p_{t-best}(i) = h_t(i) * (p_r(i) - O_o) + O_o \quad (14)$$

[0150] 式中 $p_{t-best}(i)$ 表示环形导管上第 i 个电阻抗传感器横向修正后的坐标;

[0151] C、合成修正:

$$[0152] \quad p_{best}(i) = p_{v-best}(i) + p_{t-best}(i) - p_r(i) \quad (15)$$

[0153] 式中 $p_{best}(i)$ 表示环形导管上第 i 个电阻抗传感器合成修正后的坐标。

[0154] D、滤波处理:

$$[0155] \quad p_{best-smoothed}(i) = (1 - \gamma) * p_{best-smoothed}(i-1) + \gamma * p_{best}(i) \quad (16)$$

[0156] 式中,式中 $p_{best-smoothed}(i)$ 为第 i 个电阻抗传感器滤波处理后的坐标,参数 γ 为滤波系数,取值范围为 $0 < \gamma < 1$ 。

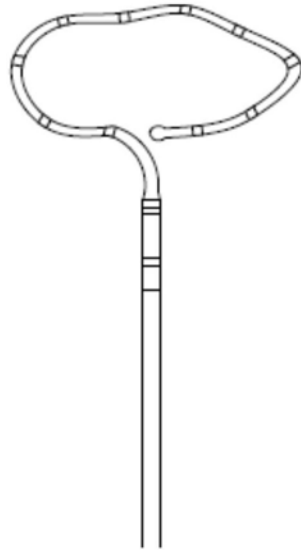


图1A

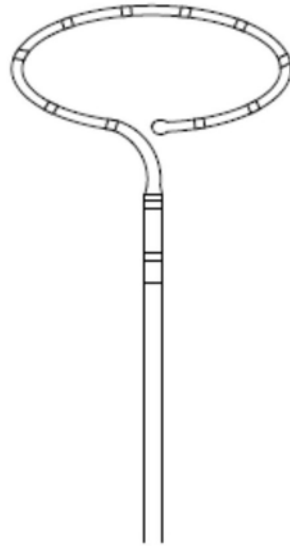


图1B

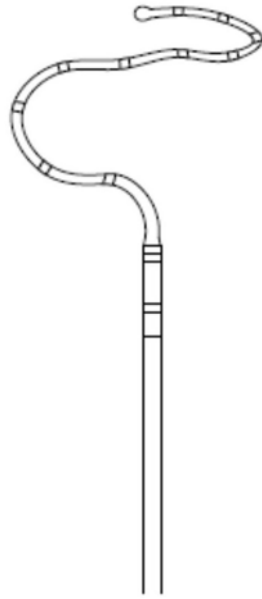


图1C

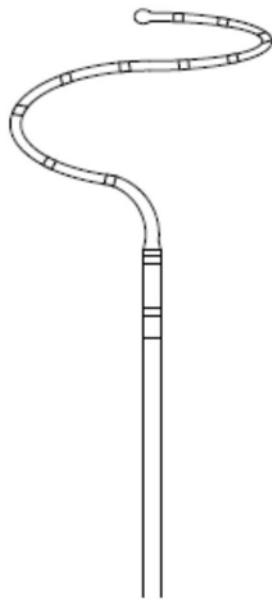


图1D

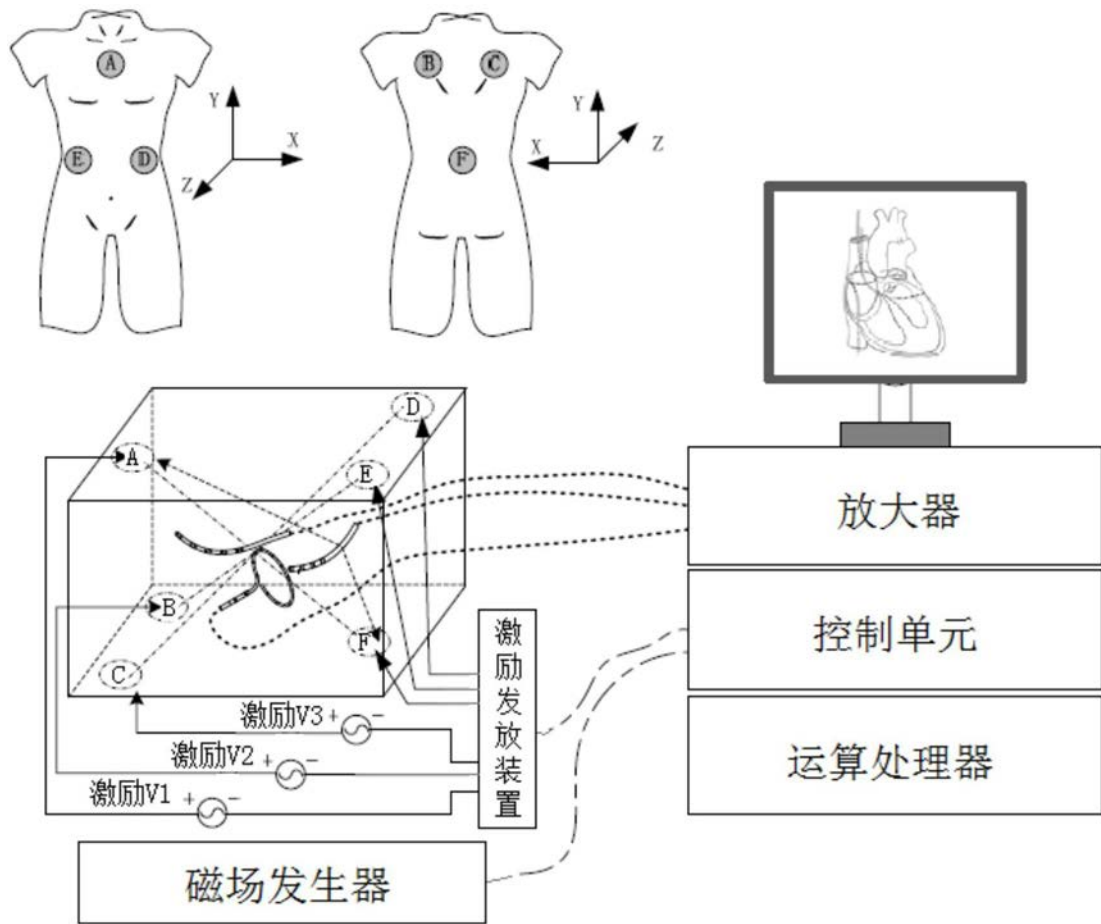


图2

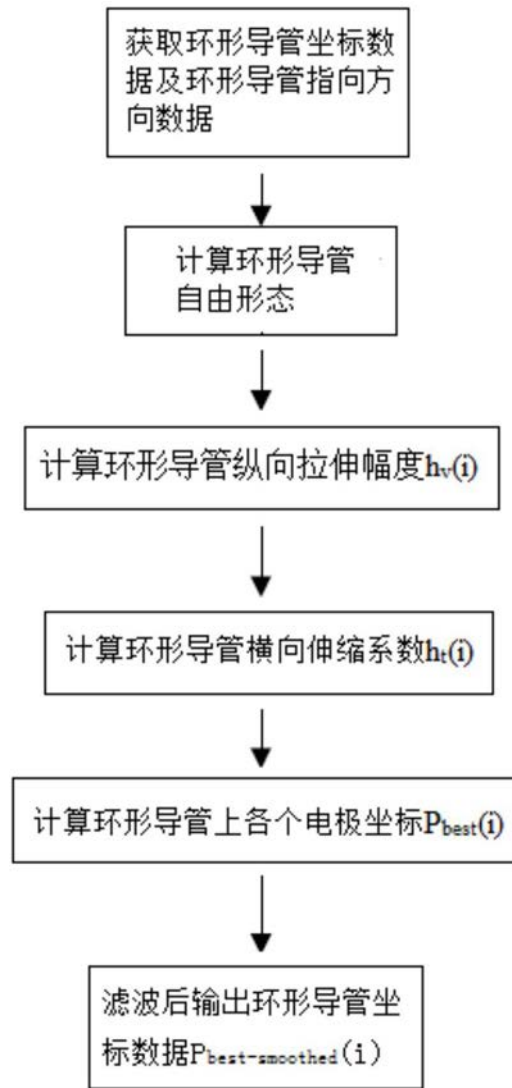


图3

| | | | |
|----------------|--|---------|------------|
| 专利名称(译) | 一种可拉伸环形导管形态确定方法及装置 | | |
| 公开(公告)号 | CN111166329A | 公开(公告)日 | 2020-05-19 |
| 申请号 | CN201811241205.3 | 申请日 | 2018-10-24 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 四川锦江电子科技有限公司 | | |
| 申请(专利权)人(译) | 四川锦江电子科技有限公司 | | |
| 当前申请(专利权)人(译) | 四川锦江电子科技有限公司 | | |
| [标]发明人 | 邓立 | | |
| 发明人 | 邓立 | | |
| IPC分类号 | A61B5/053 A61B5/00 G06F30/20 A61B34/20 | | |
| 代理人(译) | 韩洋 | | |
| 外部链接 | Espacenet SIPO | | |

摘要(译)

本发明涉及磁电结合医疗定位导航领域，特别涉及一种可拉伸环形导管形态确定方法及装置。本发明提供的环形导管形态确定方法及装置实现了活体内植入环形导管的实时形态数据的采集、分析及形态的修正，采用本发明提供的方法具有分析精度高，计算效率高、实时性好的特点，而采用本发明提供的方法及装置对环形导管拉伸形态进行确定后，可有效避免环形导管形态畸变导致的心腔建模和标测准确性差的问题，从而有效避免医生对病灶区域的判断出错，增加医生治疗位置的准确度。

