# 技术交底书

## 发明创造名称：

一种基于铅质二维码标记物的视觉定位方法、装置及系统

## 发明要解决的技术问题是什么？该技术属于哪个技术领域？

本发明主要解决的技术问题：

外科手术中常常需要对照术前CT等三维图像模型来确定病灶的位置，并对其进行穿刺等医疗操作。本发明主要解决的技术问题就是在使用医疗机械臂进行自动穿刺手术或粒子植入手术中，通过铅质二维码标记物将CT三维模型中病灶位置与术中人体真实的病灶位置进行准确的配准，从而使得机械臂进行精准穿刺。

本发明涉及术前三维图像模型与术中相机视野中的病灶配准。

## 对本发明创造有关的现有技术相关状况进行详细介绍，并描述已有的（现有）技术与发明最相近的实现方案，并作简要评价。

### 现有技术：

现有的外科手术经常需要术前三维影像数据对病灶区域进行辅助定位。在手术过程中，利用计算机技术将术前病人的三维影像数据（来自CT计算机断层扫描、MRI核磁共振成像等）、实际手术过程中患者的病灶区域，以及手术操纵臂所在的坐标系统统一起来。

目前，这种三维影像数据与术中病人的真实病灶区域坐标实现统一的技术，包括：传统的三点定位方式；通过解剖标志点、体内预埋标记物等方式实现配准；使用较大型的配准装置以及在手术床边安装固定装置来辅助配准；使用红外光、激光、结构光等方法进行配准。

影像配准技术作为手术中一种辅助的技术，应该尽量简单、便捷、有效。针对上述现存的配准技术所存在的问题，我们提出了基于铅层二维码标记物的视觉定位方法、装置及系统。

### 相近方案：

**专利名称**： 多形标志点（公开号：CN2726548Y）

**技术特点**： 用于手术导航系统的空间配准，其包括一标定体、一配准体、一用于将所述标志点固定在人体表面的粘贴装置，所述标定体由显影材料构成；所述配准体由所述标定体围起的不显影的中心孔构成；所述标定体设置成具有标识性功能的不同形状体。

## 上述现有技术的缺点是什么？是什么原因导致这些缺点？

**上述现有技术的缺点：**

上述现有技术中，传统的三点定位方式，每个标记都只作为一个点，这样构建出来的仅仅是一个整体坐标系。由于病人在扫描CT时与术前配准时，体位会发生变化，导致标记点有所偏移，那么会导致配准结果也会有相应的误差。

上述现有技术中，通过解剖标志点和体内预埋标记物进行配准的方法，对患者是有创的，增加了额外风险，并且使得术前配准准备时间漫长，延长了手术时间，术后也需要更多恢复时间。

上述现有技术中，通过较大型的配准装置以及在手术床边安装固定装置来辅助配准的方法，操作十分繁琐，需要对标记物、固定装置进行人工安放，术前准备时间过长，效率低下。并且，久而久之，由于物理磨损，配准精度会快速下降。

上述现有技术中，采用结构光进行影像配准的技术，设备过多，在手术台上方的较小空间还需要放置其他术中所需设备，难以为配准技术腾挪出如此多的空间，操作多有不便；另外，需要将结构光导航仪上的摄像机坐标系、病灶区域附近的静态基准坐标系、末端执行器的坐标系以及手术导航系统导航影像坐标系统进行转换，叠加多次，累计误差也相对增大。

上述现有技术中，采用红外光进行影像配准的技术，需要将定位标记装置的位置通过固定装置固定，并且需要保持定位标记装置在体表的位置进行CT扫描等，整个过程繁杂冗余，不够灵活轻便。

**导致上述缺点的原因：**

传统方式的配准误差较大，主要原因是病人在扫描CT时与开始配准时，标记点会随着病人体态的变化而发生变化，这种误差甚至会是厘米级别的，而且无法克服。

解剖标志点和体内预埋标记物等有创性配准方法，本身就注定了会对患者进行损伤，增加风险。

激光、红外光、结构光等方法，都需要配备较多较大的配准装置及其固定装置，这是由于这些方法的物理特性所决定。激光必须具有发射和接收装置，结构光必须具有结构光导航仪、摄像机、静态基准等装置。

## 针对上述缺点说明本发明创造的目的。

针对上述现有配准技术，本发明提出了一种基于铅质二维码标记物的视觉定位方法、装置及系统。本发明配准所需装置简单、精度高、时间短，完美克服了上述缺点。

## 本发明创造的技术内容（具体的技术方案，如包括什么部件，部件之间的连接关系、各个部件以及部件与部件之间的工作原理）。

本发明提出的一种基于铅质二维码标记物的视觉定位方法、装置及其系统，能够基于铅质二维码标记将术中视野与术前CT进行配准。

本发明所涉及的主要部件有：铅质二维码标记物、二维码编码解码系统、术前三维成像系统、术中相机视觉系统、计算机处理系统。

所述铅质二维码标记物由铅粉材质喷绘二维码，或者在铅层上贴附二维码两种方式构成，其特征在于所述铅质属于显影材料；所述二维码极易具备标识性，且其极易被计算机识别，所述二维码由5×5的方格组成，每个二维码右下角都不是黑色方格。

所述二维码编码解码系统，包含相关程序，对二维码信息进行识别。

计算机处理系统与术中相机视觉系统、二维码编码解码系统相连，所有数据汇总至计算机处理系统之中进行配准。

在病人通过术前三维成像系统（CT计算机断层扫描）进行术前病人的三维影像数据获取前，在患者体表喷印或粘贴三个铅质二维码，铅质能够在CT下显影，从而可以得到铅质二维码在三维成像系统中的位置；

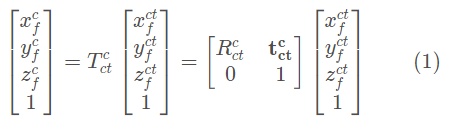
进行配准时，术中相机视觉系统获取患者病灶区域附近的图像信息，首先传送给二维码编码解码系统，二维码编码解码系统对患者体表的铅质二维码进行识别，并解析出每个铅质二维码的信息，作为该二维码的唯一标记ID，返回给计算机处理系统。唯一标记ID能够有效地对应其标记，防止由于出现旋转扰动而导致的配准偏差。

每个铅质二维码以自身中心为原点，建立坐标系，按照坐标系变换原理即可将术前三维成像系统与术中相机视觉系统进行配准。每个患者身上贴有至少三个铅质二维码，因此可以得到三组配准参数（即，术前三维成像系统与术中相机视觉系统坐标的旋转矩阵R和平移向量t），通过这三组配准参数，计算每个铅质二维码中心的重投影误差，最小化误差，对参数进行优化，最终得到优化后的R,t。

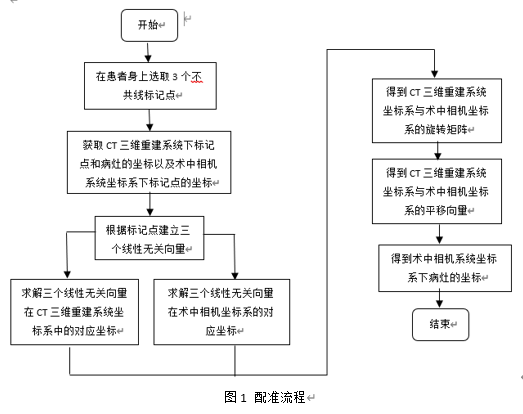
主要功能分为三个部分：

1. **实现CT三维成像系统和术中相机系统的配准**。即，确定病灶区域中心在术中相机系统坐标系下的坐标

一般来说，通过对CT图像的三维重建，我们可以很方便地得到病灶区域在CT三维成像系统坐标系下的坐标. 假设坐标系到坐标系的齐次变换矩阵为，则可以由式(1)实现病灶中心在术中相机系统坐标系下的定位。



式中：为维的旋转矩阵；为维的平移向量。



那么系统配准的核心就是齐次变换矩阵的求解，即旋转矩阵和平移向量的求解。作为连接CT三维成像系统和术中相机系统的桥梁，智能标记由铅丝、条码、三轴传感器、纽扣电池以及一个无线数据传输器（蓝牙）等构成。铅丝能够在CT扫描中留下明显痕迹，获取铅丝在CT三维成像系统中的坐标；条码能够很容易地被相机识别，从而得到其在术中相机系统中的坐标。条码是贴在铅丝之上的，可以认为其与铅丝重合。这样，我们通过在患者身上贴三个不共线的智能标记，选取3个标记点，实现病灶定位，流程如上图1所示。

**旋转矩阵的求解**

根据不共线的3个标记点分别在术中相机坐标系以及CT三维成像系统坐标系下的坐标 和，求解出两个坐标系之间的旋转变换矩阵。

在患者扫描CT前，在体表选取三个不共线的点，并贴上智能标记。记：

* 指向点的向量为，
* 指向点的向量为
* 与的外积为

则，这三个**线性无关**的向量在CT三维成像系统坐标系下坐标分别为

* ，
* ,
* .

同理，它们在术中相机系统坐标系下的坐标分别为

* .

那么根据同一个向量在不同基底下的坐标表示不同，但都表示此向量，即

其中，，分别是CT三维成像系统坐标系和术中相机系统坐标系的基底；, .

又因为线性无关，所以均可逆，所以上式(2)可写为：

由(3)式可以得到坐标系到坐标系的旋转变换矩阵为

**平移向量的求解**

根据(4)式求解得到的旋转矩阵以及标记点的坐标，对式(1)进行变换得到平移向量：

至此，我们利用三个不共线的智能标记，求解出了CT三维成像系统坐标系与术中相机系统坐标系的变换矩阵.

## 本发明创造与现有的技术相比所具有的优点、特点或积极效果（可以结合技术方案来具体说明）。

本发明基于智能标记对人体表皮运动进行监测与补偿，相比现有技术而言，本发明将CT配准和表皮运动监测实现了一体化，很大程度上简便了术前准备操作的同时，也保证了进针点的精度要求。

与现有技术相比，本发明具有如下优点：

每个二维码标记物都可以以自身中心为原点，形成一个坐标系，二维码的每个顶点相对位置固定，不会由于体位的变化而变化；

1. 本发明使用基于铅丝条码的智能标记对CT三维成像系统和术中相机系统进行配准。铅丝在CT扫描中能够留下明显的痕迹，并且几乎没有伪影，这使得对铅丝标记的定位更加精准，从而提升了CT三维图像和术中相机系统的配准精度。

## 结合附图举例解释实现本发明创造的具体方案，如有参数于条件应列出。（如实施、安装、操作、使用方法各步骤，其中附图应当使用黑色线条图，不能着色和涂改）