



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107736897 A

(43)申请公布日 2018.02.27

(21)申请号 201710786524.1

(22)申请日 2017.09.04

(71)申请人 北京航空航天大学

地址 100191 北京市海淀区学院路37号

(72)发明人 王利峰 王田苗 胡磊 郭娜

刘洪澎 韩仲浩 杨标

(51)Int.Cl.

A61B 8/08(2006.01)

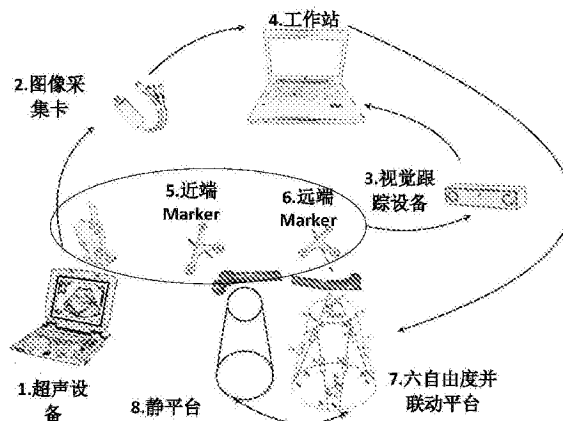
权利要求书2页 说明书4页 附图5页

## (54)发明名称

一种基于六自由度并联平台的超声配准及长骨复位装置及方法

## (57)摘要

本发明涉及医学领域,尤其涉及一种基于六自由度并联平台的超声配准及长骨复位装置及方法。该装置由超声设备、图像采集卡、工作站以及安装在其上的导航软件、视觉跟踪设备、近端Marker、远端Marker、六自由度并联平台、静平台构成。一种基于六自由度并联平台的超声配准及长骨复位方法采用超声设备对患者长骨进行扫描,提取骨表面的散乱点,与术前CT图像进行配准;根据术前的规划路径以及患者长骨近端、远端的位置坐标计算远端的运动矩阵;求解并联平台的运动学逆解,得到六个平台支链的伸缩量,驱动并联平台运动到目标位置;当运动矩阵小于误差范围,完成复位。该方法可以减少病人辐射,降低手术成本,减少感染率、降低并发症。



1. 一种基于六自由度并联平台的超声配准及长骨复位装置,其特征在于,由超声设备、图像采集卡、工作站以及安装在其上的导航软件、视觉跟踪设备、近端Marker、远端Marker、六自由度并联平台、静平台构成;

所述的超声设备的超声探头上固定有可以被视觉跟踪设备识别的Marker,该Marker与超声探头有固定的位置关系;

所述的工作站可以通过采集卡获取超声图像;

所述的六自由度并联平台上固定有可以被视觉跟踪设备识别的Marker,该Marker与六自由度并联平台有固定位置关系;

所述的视觉跟踪设备将识别到的近端Marker、远端Marker、超声探头Marker坐标、六自由度动平台Marker传输给工作站;

所述的近端Marker固定在患者的长骨近端,所述的远端Marker固定在患者的长骨远端;

所述的六自由度动平台上固定患者的长骨近端,所述的经平台上固定患者的长骨远端;

所述的工作站根据导航软件计算的运动量驱动六自由度动平台运动。

2. 一种基于六自由度并联平台的超声配准及长骨复位方法,其特征在于,将超声设备采集到的长骨超声图像得到的骨表面散乱点与术前CT进行配准,通过视觉跟踪设备将长骨近端、长骨远端、CT模型、六自由度动平台统一到视觉空间坐标系下,根据术前规划计算六自由度动平台的运动矩阵,并根据运动学模型求解六个平台支链的伸缩量,驱动其运动。

3. 根据权利要求1及权利要求2,一种基于六自由度并联平台的超声配准及长骨复位装置及方法,其特征在于,按照以下步骤实现长骨复位导航:

S1. 术前对患者的骨折近端、远端进行CT扫描,规划复位方案,得到远端与近端的相对位姿矩阵A;

S2. 术中,安装视觉跟踪设备,并在患者的骨折的近端、远端分别固定Marker;

S3. 采用固连Marker的超声探头对患者的近端、远端进行扫描,得到近端、远端的超声图像;

S4. 提取超声图像骨表面;

S5. 将超声图像的骨表面与CT模型进行配准;

S6. 根据视觉跟踪设备获取的近端与远端坐标得到近端与远端相对位姿矩阵B;

S7. 根据步骤1的相对位姿矩阵A、步骤5的相对位姿矩阵B、长骨远端的Marker坐标、六自由度并联平台的Marker坐标,计算六自由度并联平台的运动矩阵T;

S8. 通过求解六自由度并联平台的运动学逆解得到六个关节的六个平台支链的伸缩量;

S9. 如果六个平台支链的伸缩量小于误差范围,复位完成,否则,驱动六自由度并联平台运动到指定位置,重复步骤S6-S8。

4. 根据权利要求3,一种基于六自由度并联平台的超声配准及长骨复位方法,其特征在于,步骤S4所述的骨表面提取方法包括以下步骤:

步骤S4.1. 图像预处理:对超声图像进行高斯滤波降噪处理,并提取感兴趣区域;

步骤S4.2. 轮廓提取:采用相位对称性的Log-Gabor小波算法进行边缘检测,提取骨表

面轮廓；

步骤S4.3. 空洞消除：采用基于面积约束的处理方法将连通域中的空洞填充，消除连通域内孔；

步骤S4.4连通域位置筛选：根据连通域重心距离图像中心的距离筛选在一定阈值范围内最近的连通域，并根据连通域面积阈值筛选合适的骨表轮廓区域；

步骤S4.5轮廓骨架提取：图像进行腐蚀去毛刺处理，并拟合骨组织曲面，进行图像细化，得到单层点的轮廓骨架。

5. 根据权利要求2，一种基于六自由度并联平台的超声配准及长骨复位方法，其特征在于，步骤S5所述的配准方法采用基于最小迭代的配准方法。

6. 根据权利要求1及权利要求2，一种基于六自由度并联平台的超声配准及长骨复位装置及方法，其特征在于，所述的导航软件包括以下功能：

对术前CT数据进行三维重建；

对手术路径进行规划；

采集超声图像，并进行骨表面提取；

术前CT与超声图像进行点云配准；

实时获取视觉跟踪设备采集到Marker坐标；

长骨复位导航，计算六自由度动平台的运动矩阵；

计算六自由度动平台的运动学正逆解，并驱动六自由度动平台运动。

7. 根据权利要求1，一种基于六自由度并联平台的超声配准及长骨复位装置，其特征在于，所述的六自由度动平台是一种并联机构，可以实现六个自由的运动，包括上平台、下平台以及通过铰链分别连接在上平台、下平台的六组电动缸。

## 一种基于六自由度并联平台的超声配准及长骨复位装置及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及医学领域,尤其涉及一种基于六自由度并联平台的超声配准及长骨复位装置及方法。

### 背景技术

[0002] 在长骨的复位外科手术过程中,传统的复位手术需要将骨折区域开放化,在暴露骨组织的情况下,观测复位效果,同时由医生手动完成复位过程,大规模的手术创伤对病人造成二次伤害,结果增加骨折部位发生延迟愈合、骨不连、感染甚至二次骨折的风险。

[0003] 随着医学图像处理技术的发展,基于医学图像导航的微创复位手术,将长骨复位手术由开放式带入封闭式,极大程度上减小了传统复位手术为对比复位效果而对病人造成的伤害。同时,计算机辅助导航技术对医生实施手术也提供了更多科学的指导,提高手术的精度、降低手术难度。当前术中图像导航环节,仍然有大量的X射线暴露,对医生和患者的损伤的问题仍然没有得到很好的解决。超声与CT、MRI、X-Ray相比具有便携化、成本低、无辐射等优势,因此基于超声-CT配准的导航技术成为近几年研究的热点。但超声的噪声大、伪影杂质信息多等缺点也制约了其在临床中的推广和使用。

### 发明内容

[0004] 针对以上问题,本发明的目的在于提供一种基于六自由度并联平台的超声配准及长骨复位装置。该装置由超声设备、图像采集卡、工作站以及安装在其上的导航软件、视觉跟踪设备、近端Marker、远端Marker、六自由度并联平台、静平台构成。

[0005] 根据本发明,所述的超声设备的超声探头上固定有可以被视觉跟踪设备识别的Marker,该Marker与超声探头有固定的位置关系;所述的工作站可以通过采集卡获取超声图像;所述的六自由度并联平台上固定有可以被视觉跟踪设备识别的Marker,该Marker与六自由度并联平台有固定位置关系;所述的视觉跟踪设备将识别到的近端Marker、远端Marker、超声探头Marker坐标、六自由度动平台Marker传输给工作站;所述的近端Marker固定在患者的长骨近端,所述的远端Marker固定在患者的长骨远端;所述的六自由度动平台上固定患者的长骨近端,所述的经平台上固定患者的长骨远端;所述的工作站根据导航软件计算的运动量驱动六自由度动平台运动。

[0006] 根据本发明,所述的导航软件包括以下功能:对术前CT数据进行三维重建;对手术路径进行规划;采集超声图像,并进行骨表面提取;术前CT与超声图像进行点云配准;实时获取视觉跟踪设备采集到Marker坐标;长骨复位导航,计算六自由度动平台的运动矩阵;计算六自由度动平台的运动学正逆解,并驱动六自由度动平台运动。

[0007] 根据本发明,所述的六自由度动平台是一种并联机构,可以实现六个自由的运动,包括上平台、下平台以及通过铰链分别连接在上平台、下平台的六组电动缸。

[0008] 同时,本发明提供了一种基于六自由度并联平台的超声配准及长骨复位方法。该

方法是将超声设备采集到的长骨超声图像得到的骨表面散乱点与术前CT进行配准,通过视觉跟踪设备将长骨近端、长骨远端、CT模型、六自由度动平台统一到视觉空间坐标系下,根据术前规划计算六自由度动平台的运动矩阵,并根据运动学模型求解六个平台支链的伸缩量,驱动其运动。

[0009] 根据本发明,所述的骨表面提取方法是:首先进行图像预处理,对超声图像进行高斯滤波降噪处理,并提取感兴趣区域;然后采用相位对称性的Log-Gabor小波算法进行边缘检测,提取骨表面轮廓;再采用基于面积约束的处理方法将连通域中的空洞填充,消除连通域内孔;接着根据连通域重心距离图像中心的距离筛选在一定阈值范围内最近的连通域,并根据连通域面积阈值筛选合适的骨表轮廓区域;最后对图像进行腐蚀去毛刺处理,并拟合骨组织曲面,进行图像细化,得到单层点的轮廓骨架。

[0010] 相比于现有技术,本发明的有益效果为:

[0011] 本发明提供的基于六自由度并联平台的超声配准及长骨复位装置,采用超声图像对患者长骨进行扫描,相比术中CT、C型臂等影像设备,辐射更小;微创复位手术相比传统开放切口手术,手术创面小,可以减少感染率,降低并发症。

## 附图说明

[0012] 图1是一种基于六自由度并联平台的超声配准及长骨复位装置结构示意图

[0013] 其中,1是超声设备,2是图像采集卡,3是视觉跟踪设备

[0014] 4是工作站,5是近端Marker,6是远端Marker

[0015] 7是六自由度并联平台,8是静平台

[0016] 图2是一种基于六自由度并联平台的超声配准及长骨复位原理图

[0017] 图3是一种基于六自由度并联平台的超声配准及长骨复位方法流程图

[0018] 图4是超声图像骨表面提取流程图

[0019] 图5是六自由度并联机构动平台结构简图

[0020] 图6是带有Marker的超声探头示意图

## 具体实施方式

[0021] 下面结合附图对本发明具体实施方式进行描述。

[0022] 参照图1,本发明的基于六自由度并联平台的超声配准及长骨复位装置由超声设备、图像采集卡、工作站以及安装在其上的导航软件、视觉跟踪设备、近端Marker、远端Marker、六自由度并联平台、静平台构成。

[0023] 参照图6,超声设备的超声探头上固定有可以被视觉跟踪设备识别的Marker,该Marker与超声探头有固定的位置关系。

[0024] 参照图1,工作站可以通过采集卡获取超声图像。

[0025] 参照图1,视觉跟踪设备将识别到的近端Marker、远端Marker、超声探头Marker坐标、六自由度动平台Marker传输给工作站。

[0026] 参照图1,近端Marker固定在患者的长骨近端,远端Marker固定在患者的长骨远端。

[0027] 参照图1,六自由度动平台上固定患者的长骨近端,所述的经平台上固定患者的长

骨远端。

[0028] 参照图1,近端Marker、远端Marker、超声探头Marker坐标、六自由度动平台Marker均要在所述的视觉跟踪平台视野范围内。

[0029] 参照图1,六自由度并联平台固定有可以被视觉跟踪设备识别的Marker,该Marker与六自由度并联平台有固定位置关系;

[0030] 参照图5,该六自由度并联平台是一种并联机构,可以实现六个自由的运动,包括上平台、下平台以及通过铰链分别连接在上平台、下平台的六组电动缸。

[0031] 参照图2,本发明提供的一种基于六自由度并联平台的超声配准及长骨复位方法,是将超声设备采集到的长骨超声图像得到的骨表面散乱点与术前CT进行配准,通过视觉跟踪设备将长骨近端、长骨远端、CT模型、六自由度动平台统一到视觉空间坐标系下,根据术前规划计算六自由度动平台的运动矩阵,并根据运动学模型求解六个平台支链的伸缩量,驱动其运动。

[0032] 参照图3,本发明提供的基于六自由度并联平台的超声配准及长骨复位装置需按以下步骤实施:

[0033] S1. 术前规划:术前对患者的骨折近端、远端进行CT扫描,规划复位方案,得到远端与近端的相对位姿矩阵A;

[0034] S2. 环境准备,安装视觉跟踪设备,并在患者的骨折的近端、远端分别固定Marker;

[0035] S3. 采用固连Marker的超声探头对患者的近端、远端进行扫描,得到近端、远端的超声图像;

[0036] S4. 提取超声图像骨表面;

[0037] S5. 将超声图像的骨表面与CT模型进行配准;

[0038] S6. 根据视觉跟踪设备获取的近端与远端坐标得到近端与远端相对位姿矩阵B;

[0039] S7. 根据步骤1的相对位姿矩阵A、步骤5的相对位姿矩阵B、长骨远端的Marker坐标、六自由度并联平台的Marker坐标,计算六自由度并联平台的运动矩阵T;

[0040] S8. 通过求解六自由度并联平台的运动学逆解得到六个关节的六个平台支链的伸缩量;

[0041] S9. 如果六个平台支链的伸缩量小于误差范围,复位完成,否则,驱动六自由度并联平台运动到指定位置,重复步骤S6-S8。

[0042] 参照图4,步骤S4所述的骨表面提取方法包括以下步骤:

[0043] 步骤S4.1. 图像预处理:对超声图像进行高斯滤波降噪处理,并提取感兴趣区域;

[0044] 步骤S4.2. 轮廓提取:采用相位对称性的Log-Gabor小波算法进行边缘检测,提取骨表面轮廓;

[0045] 步骤S4.3. 空洞消除:采用基于面积约束的处理方法将连通域中的空洞填充,消除连通域内孔;

[0046] 步骤S4.4. 连通域位置筛选:根据连通域重心距离图像中心的距离筛选在一定阈值范围内最近的连通域,并根据连通域面积阈值筛选合适的骨表轮廓区域;

[0047] 步骤S4.5. 轮廓骨架提取:图像进行腐蚀去毛刺处理,并拟合骨组织曲面,进行图像细化,得到单层点的轮廓骨架。

[0048] 以上仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人

员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

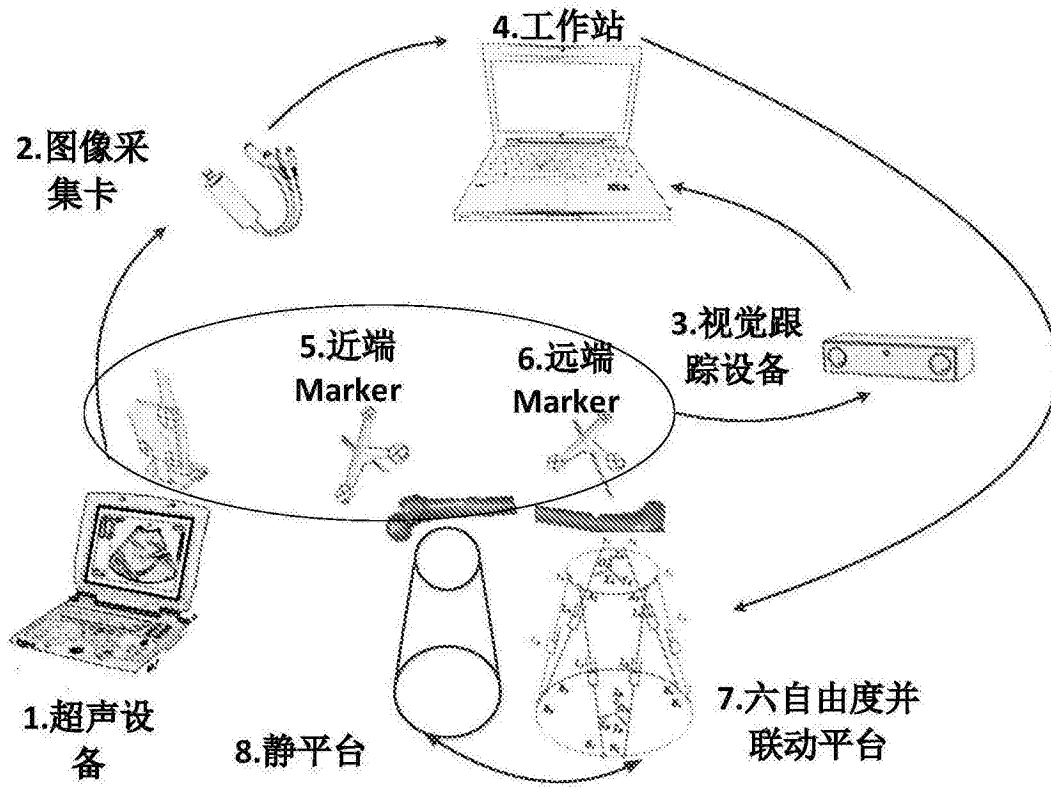


图1

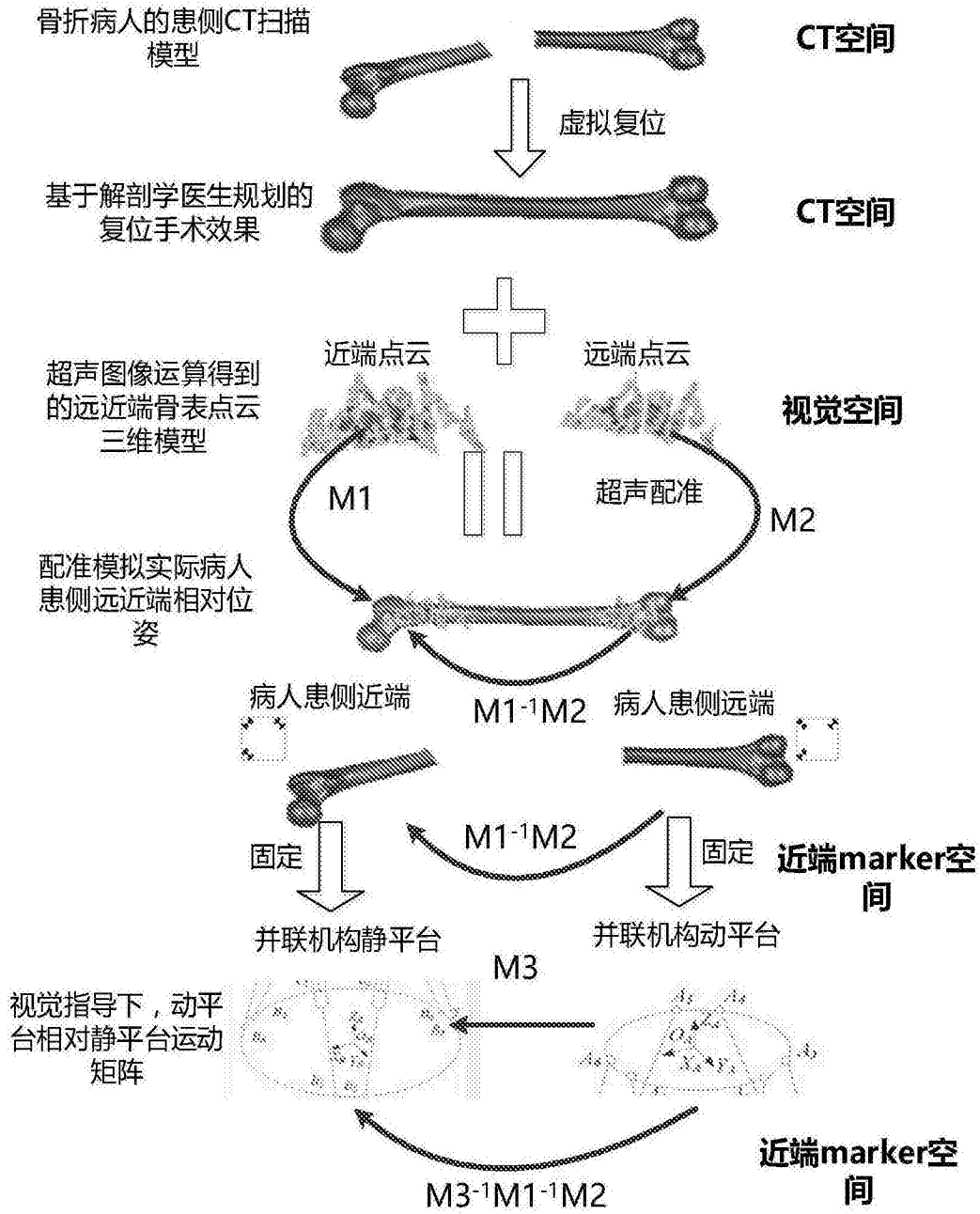


图2

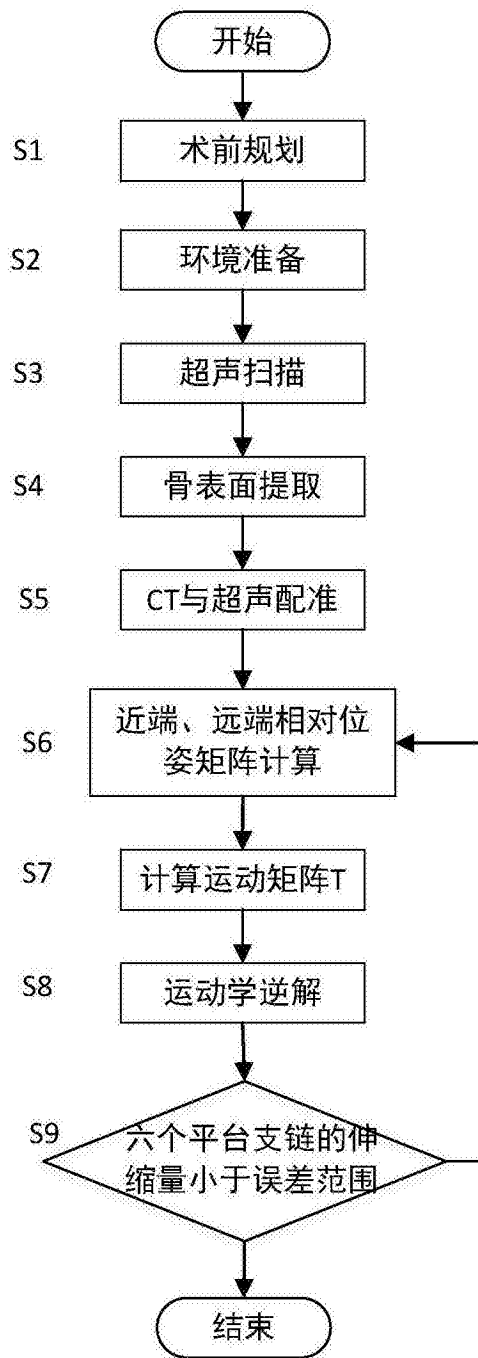


图3

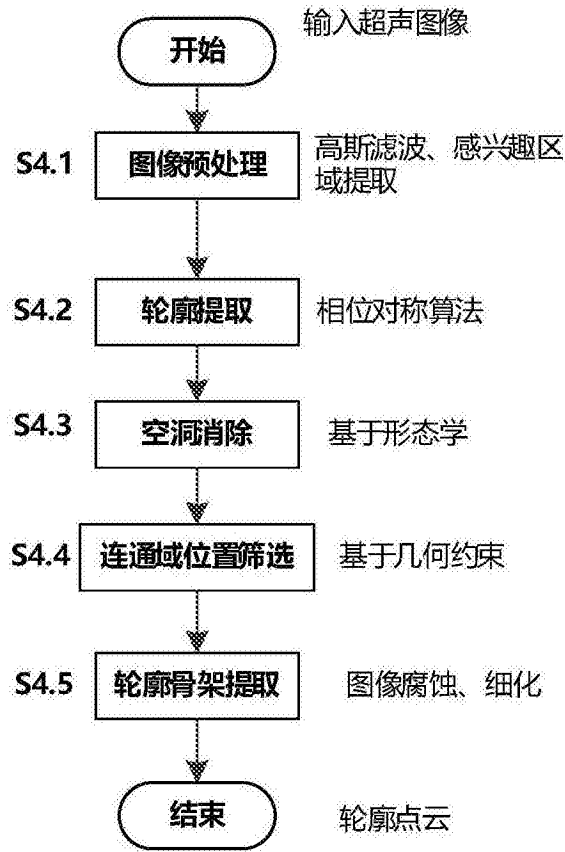


图4

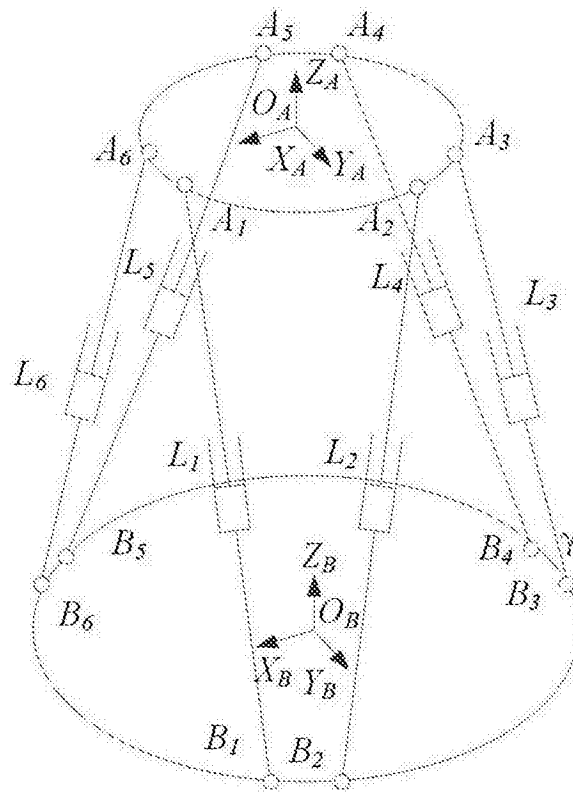


图5

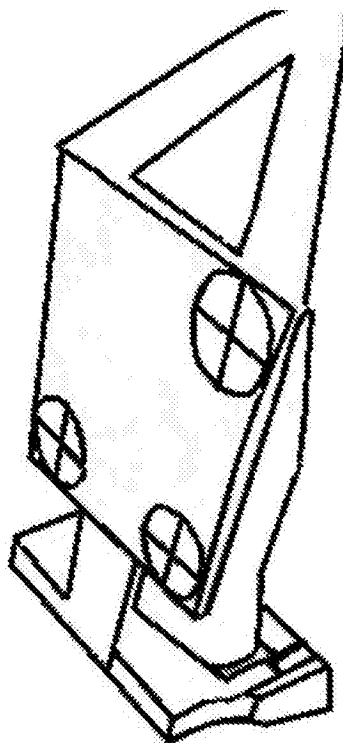


图6

专利名称(译)	一种基于六自由度并联平台的超声配准及长骨复位装置及方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN107736897A</a>	公开(公告)日	2018-02-27
申请号	CN2017110786524.1	申请日	2017-09-04
[标]申请(专利权)人(译)	北京航空航天大学		
申请(专利权)人(译)	北京航空航天大学		
当前申请(专利权)人(译)	北京航空航天大学		
[标]发明人	王利峰 王田苗 胡磊 郭娜 刘洪澎 韩仲浩 杨标		
发明人	王利峰 王田苗 胡磊 郭娜 刘洪澎 韩仲浩 杨标		
IPC分类号	A61B8/08		
CPC分类号	A61B8/0875		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明涉及医学领域，尤其涉及一种基于六自由度并联平台的超声配准及长骨复位装置及方法。该装置由超声设备、图像采集卡、工作站以及安装在其上的导航软件、视觉跟踪设备、近端Marker、远端Marker、六自由度并联平台、静平台构成。一种基于六自由度并联平台的超声配准及长骨复位方法采用超声设备对患者长骨进行扫描，提取骨表面的散乱点，与术前CT图像进行配准；根据术前的规划路径以及患者长骨近端、远端的位置坐标计算远端的运动矩阵；求解并联平台的运动学逆解，得到六个平台支链的伸缩量，驱动并联平台运动到目标位置；当运动矩阵小于误差范围，完成复位。该方法可以减少病人辐射，降低手术成本，减少感染率、降低并发症。

