



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112826458 A

(43) 申请公布日 2021.05.25

(21) 申请号 202110021494.1

(22) 申请日 2021.01.08

(71) 申请人 广州中医药大学(广州中医药研究
院)

地址 510000 广东省广州市番禺区大学城
外环东路232号

(72) 发明人 刘梅 王峰 李甘露 王晓洒

(74) 专利代理机构 北京超凡宏宇专利代理事务
所(特殊普通合伙) 11463

代理人 杨勋

(51) Int. Cl.

A61B 5/02 (2006.01)

A61B 5/024 (2006.01)

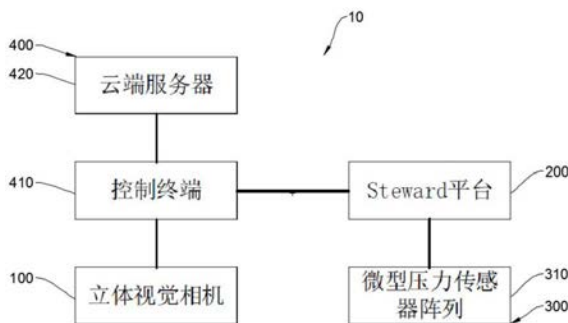
权利要求书2页 说明书11页 附图5页

(54) 发明名称

脉诊系统和脉诊方法

(57) 摘要

本发明涉及诊断设备技术领域,具体而言,涉及一种脉诊系统和脉诊方法。脉诊系统包括视觉采集设备、移动设备、信号采集设备和诊断设备;视觉采集设备与移动设备电连接,信号采集设备设置在移动设备上,信号采集设备与诊断设备电连接;视觉采集设备用于拍照采集病人的手腕上的寸、关、尺的具体位置;移动设备用于将信号采集设备移动至该病人的寸、关、尺的位置,以使信号采集设备采集该处的脉搏信号;诊断设备用于根据信号采集设备得到的脉搏信号得出脉诊结果。其能够自动完成对病人寸-关-尺位置的识别,并完成对病人脉搏信号的采集,以完成脉诊诊断。



1. 一种脉诊系统,其特征在于,包括:
视觉采集设备、移动设备、信号采集设备和诊断设备;
所述视觉采集设备与所述移动设备电连接,所述信号采集设备设置在所述移动设备上,所述信号采集设备与所述诊断设备电连接;
所述视觉采集设备用于拍照采集病人的手腕上的寸、关、尺的具体位置;所述移动设备用于将所述信号采集设备移动至该病人的寸、关、尺的位置,以使所述信号采集设备采集该处的脉搏信号;所述诊断设备用于根据所述信号采集设备得到的脉搏信号得出脉诊结果。
2. 根据权利要求1所述的脉诊系统,其特征在于:
所述视觉采集设备包括采集相机,所述采集相机立体地采集病人的寸、关、尺的图像,以获得包括寸、关、尺的彩色图像、深度图像和高度剖面的信息。
3. 根据权利要求2所述的脉诊系统,其特征在于:
所述采集相机采用红外主动立体视觉方法测量病人手腕处的每个像素点的深度。
4. 根据权利要求1所述的脉诊系统,其特征在于:
所述移动设备包括机架、移动平台、底座和驱动装置;
所述底座设置在机架上,所述信号采集设备设置在所述移动平台上;所述移动平台通过驱动装置可活动设置在所述底座上,以使所述信号采集设备按照寸、关、尺的位置采集相应的脉搏信息。
5. 根据权利要求4所述的脉诊系统,其特征在于:
所述驱动装置包括六个驱动件、六个连杆,所述驱动件与所述连杆一一对应;
所述驱动件设置在所述底座的底部,所述驱动件通过所述连杆与所述移动平台可活动地连接;
所述底座、所述驱动装置和所述移动平台构成Stewart平台机构。
6. 根据权利要求5所述的脉诊系统,其特征在于:
所述连杆的一端与所述驱动件球铰连接,所述连杆的另一端与所述移动平台球铰连接。
7. 根据权利要求4所述的脉诊系统,其特征在于:
所述移动设备还包括运动件;
所述运动件设置在所述移动平台上,以带动所述信号采集设备旋转以适应不同的采集角度和采集位置。
8. 根据权利要求1所述的脉诊系统,其特征在于:
所述信号采集设备包括多个压力传感器组成的传感器阵列,以及气囊;
所述传感器阵列用于检查病人的寸、关、尺处的血压和脉搏,所述气囊用于对寸、关、尺施加不同程度的压力。
9. 根据权利要求1所述的脉诊系统,其特征在于:
所述诊断设备包括控制终端、显示终端和服务端;
所述显示终端和所述服务端均与所述控制终端连接,所述信号采集设备采集的脉搏信息输入所述控制终端,所述控制终端将上述脉搏信息与服务端中的信息匹配,进而使所述控制终端输入病人的脉象信息及体质信息。
10. 一种脉诊方法,其特征在于:

所述脉诊方法基于权利要求1-9中任一项所述的脉诊系统,所述脉诊方法包括:
根据视觉采集设备采集病人的寸关尺的具体位置信息;
移动设备根据视觉采集传送的位置信息,带动信号采集设备移动至该病人的寸关尺的位置,由信号采集设备完成该病人的脉搏信息的采集;
诊断设备根据信号采集设备的信息判断输出该病人的脉象信息及体质信息。

脉诊系统和脉诊方法

技术领域

[0001] 本发明涉及诊断设备技术领域,具体而言,涉及一种脉诊系统和脉诊方法。

背景技术

[0002] 脉诊又称切诊,是中医最主要的诊断方法之一。中医医生通过脉诊,用一侧手的食指、中指、无名指分别按压在病人手腕部桡动脉搏动处,即寸-关-尺位置,感知脉搏的变化状况——脉象,进行疾病诊断和治疗。

[0003] 目前,脉诊结果主要还是以医生主观感受为主要标准,这对医生的知识和资历要求很高。而现有的脉诊设备缺少对脉搏波形及压力的客观描述,不利于脉诊的学习和推广。

[0004] 且现有的脉诊设备都需要医生手动定位病人的寸-关-尺位置,手动操作仪器进行脉搏信号采集,使用不便。

发明内容

[0005] 本发明的目的包括,例如,提供了一种脉诊系统和脉诊方法,其能够自动完成对病人寸-关-尺位置的识别,并完成对病人脉搏信号的采集,以完成脉诊诊断。

[0006] 本发明的实施例可以这样实现:

[0007] 第一方面,本发明提供一种脉诊系统,包括:

[0008] 视觉采集设备、移动设备、信号采集设备和诊断设备;

[0009] 所述视觉采集设备与所述移动设备电连接,所述信号采集设备设置在所述移动设备上,所述信号采集设备与所述诊断设备电连接;

[0010] 所述视觉采集设备用于拍照采集病人的手腕上的寸、关、尺的具体位置;所述移动设备用于将所述信号采集设备移动至该病人的寸、关、尺的位置,以使所述信号采集设备采集该处的脉搏信号;所述诊断设备用于根据所述信号采集设备得到的脉搏信号得出脉诊结果。

[0011] 这样的脉诊系统通过视觉采集设备能够准确地识别和测定病人手腕处的寸、关、尺的分别的具体位置。同时不同病人的寸、关、尺的位置不同,视觉采集设备能够分别有针对性的测量和采集,从而保障信号采集设备能够获得病人准确的寸、关、尺位置处的脉搏信号。移动设备能够高效地带动信号采集设备对寸、关、尺的位置进行分别采集对应位置的脉搏信号,以保障信号采集的准确性和高效性。而诊断设备根据本地服务器的诊断情况,结合云端服务器的诊断资料,综合判断得出该病人的病症和脉象。这样的脉诊系统测量更加高效、脉诊的准确度更高。

[0012] 在可选的实施方式中,所述视觉采集设备包括采集相机,所述采集相机立体地采集病人的寸、关、尺的图像,以获得包括寸、关、尺的彩色图像、深度图像和高度剖面的信息。

[0013] 在可选的实施方式中,所述采集相机采用红外主动立体视觉方法测量病人手腕处的每个像素点的深度。

[0014] 在可选的实施方式中,所述移动设备包括机架、移动平台、底座和驱动装置;

[0015] 所述底座设置在机架上,所述信号采集设备设置在所述移动平台上;所述移动平台通过驱动装置可活动设置在所述底座上,以使所述信号采集设备按照寸、关、尺的位置采集相应的脉搏信息。

[0016] 在可选的实施方式中,所述驱动装置包括六个驱动件、六个连杆,所述驱动件与所述连杆一一对应;

[0017] 所述驱动件设置在所述底座的底部,所述驱动件通过所述连杆与所述移动平台可活动地连接;

[0018] 所述底座、所述驱动装置和所述移动平台构成Stewart平台机构。

[0019] 在可选的实施方式中,所述连杆的一端与所述驱动件球铰连接,所述连杆的另一端与所述移动平台球铰连接。

[0020] 在可选的实施方式中,所述移动设备还包括运动件;

[0021] 所述运动件设置在所述移动平台上,以带动所述信号采集设备旋转以适应不同的采集角度和采集位置。

[0022] 在可选的实施方式中,所述信号采集设备包括多个压力传感器组成的传感器阵列,以及气囊;

[0023] 所述传感器阵列用于检查病人的寸、关、尺处的血压和脉搏,所述气囊用于对寸、关、尺施加不同程度的压力。

[0024] 在可选的实施方式中,所述诊断设备包括控制终端、显示终端和服务端;

[0025] 所述显示终端和所述服务端均与所述控制终端连接,所述信号采集设备采集的脉搏信息输入所述控制终端,所述控制终端将上述脉搏信息与服务器中的信息匹配,进而使所述控制终端输入病人的脉象信息及体质信息。

[0026] 第二方面,本发明提供一种脉诊方法,所述脉诊方法基于前述实施方式中任一项所述的脉诊系统,所述脉诊方法包括:

[0027] 根据视觉采集设备采集病人的寸关尺的具体位置信息;

[0028] 移动设备根据视觉采集传送的位置信息,带动信号采集设备移动至该病人的寸关尺的位置,由信号采集设备完成该病人的脉搏信息的采集;

[0029] 诊断设备根据信号采集设备的信息判断输出该病人的脉象信息及体质信息。

[0030] 本发明实施例的有益效果包括,例如:

[0031] 这样的脉诊系统包括视觉采集设备、移动设备、信号采集设备和诊断设备。视觉采集设备能够立体测量,以保障准确地识别和测定病人手腕处的寸、关、尺的分别的具体位置,并将该位置信息发送至移动设备。由于不同病人的寸、关、尺的位置不同,视觉采集设备能够分别有针对性的测量和采集,从而保障信号采集设备能够获得病人准确的寸、关、尺位置处的脉搏信号。移动设备则高效地带动信号采集设备对寸、关、尺的位置进行分别采集对应位置的脉搏信号,以保障信号采集的准确性和高效性。而诊断设备根据本地服务器的诊断情况,结合云端服务器的诊断资料,综合判断得出该病人的病症和脉象,采用深度神经网络算法诊断脉象,再将得到的脉象结果回传给终端控制器,最后以图文形式显示在交互界面上。这样的脉诊系统测量更加高效、脉诊的准确度更高。

附图说明

[0032] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本发明的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

[0033] 图1为本发明实施例的脉诊系统的结构示意图;

[0034] 图2为本发明实施例的视觉采集设备输出的彩色图像(已处理为黑白色);

[0035] 图3为本发明实施例的视觉采集设备输出的深度图(已处理为黑白色);

[0036] 图4为本发明实施例的视觉采集设备输出的高度剖面图(已处理为黑白色);

[0037] 图5为本发明实施例的脉诊系统的移动设备的结构示意图;

[0038] 图6为本发明实施例的脉诊系统的Stewart平台的仿真示意图;

[0039] 图7为本发明实施例的脉诊方法的原理示意图。

[0040] 图标:10-脉诊系统;100-视觉采集设备;200-移动设备;210-移动平台;220-底座;230-驱动装置;231-驱动件;232-连杆;300-信号采集设备;310-传感器阵列;400-诊断设备;410-控制终端;420-服务器。

具体实施方式

[0041] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本发明实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。

[0042] 因此,以下对在附图中提供的本发明的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围,而是仅仅表示本发明的选定实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0043] 应注意到:相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步定义和解释。

[0044] 在本发明的描述中,需要说明的是,若出现术语“上”、“下”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,或者是该发明产品使用时惯常摆放的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0045] 此外,若出现术语“第一”、“第二”等仅用于区分描述,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0046] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本发明的实施例中的特征可以相互结合。

[0047] 脉诊又称切诊,是中医最主要的诊断方法之一。脉诊在我国起源很早,历代医家长期的医疗实践和探索形成了丰富的脉象研究理论内容。中医医生通过脉诊,用一侧手的食指、中指、无名指分别按压在病人手腕部桡动脉搏动处,即寸-关-尺位置,感知脉搏的变化状况——脉象,配合其他诊断方法,结合中医理论进行疾病诊断和治疗。

[0048] 目前,脉诊结果主要还是以医生主观感受为主要标准,这对医生的知识和资历要

求很高。而且,准确进行脉诊需要3-5分钟,这也耗费医生较多的工作时间和较大的精力。另外,中医教科书对脉象的描述多以简短文字和以物类比为主,主观性较强,而缺少对脉搏波形及压力的客观描述,不利于脉诊的学习和推广。脉诊因此也缺乏客观标准用于诊断疾病,缺乏经验或接诊时间过短的医生容易因脉诊不准而出现误诊误治。

[0049] 为了促进脉诊的客观化和现代化,研究者们采用了各种现代技术及方法,研制出各种性能各异的脉诊仪器。但这些仪器大部分只能测出脉搏波形或规定时间内的脉搏次数,仍停留在西方医学对脉搏的认知,并没有结合中医脉诊相关理论,难以精确分辨个体的体质或疾病。

[0050] 迄今为止,所有的脉诊设备都需要医生手动定位病人的寸-关-尺位置,手动操作仪器进行脉搏信号采集。目前尚无自动识别寸-关-尺位置的智能脉诊设备,也没有自动引导传感器移动调节的机器人,尚未出现可以实现全自动采集脉象的脉诊设备,更没有可以结合中医其他诊断数据进行综合处理,智能预判的脉诊系统。

[0051] 为改善上述问题,在下面的实施例中提供一种脉诊系统10和脉诊方法。

[0052] 请参考图1,本实施例提供了一种脉诊系统10包括视觉采集设备100、移动设备200、信号采集设备300和诊断设备400。

[0053] 视觉采集设备100与移动设备200电连接,信号采集设备300设置在移动设备200上,信号采集设备300与诊断设备400电连接;

[0054] 视觉采集设备100用于拍照采集病人的手腕上的寸、关、尺的具体位置;移动设备200用于将信号采集设备300移动至该病人的寸、关、尺的位置,以使信号采集设备300采集该处的脉搏信号;诊断设备400用于根据信号采集设备300得到的脉搏信号得出脉诊结果。

[0055] 这样的脉诊系统10通过视觉采集设备100能够准确地识别和测定病人手腕处的寸、关、尺的分别的具体位置。同时不同病人的寸、关、尺的位置不同,视觉采集设备100能够分别有针对性的测量和采集,从而保障信号采集设备300能够获得病人准确的寸、关、尺位置处的脉搏信号。移动设备200能够高效地带动信号采集设备300对寸、关、尺的位置进行分别采集对应位置的脉搏信号,以保障信号采集的准确性和高效性。而诊断设备400根据本地服务器420的诊断情况,结合云端服务器420的诊断资料,综合判断得出该病人的病症和脉象。

[0056] 进一步的,视觉采集设备100包括采集相机,采集相机立体地采集病人的寸、关、尺的图像,采集相机采用红外主动立体视觉方法测量病人手腕处的每个像素点的深度,以获得包括寸、关、尺的彩色图像、深度图像和高度剖面的信息。

[0057] 进一步的,视觉采集设备100为双目立体视觉相机。

[0058] 在本实施例中,请参照图2-图4,以了解视觉采集设备100的工作原理。

[0059] 人有不同的身高和体型。根据人体腕关节尺寸定义,成人腕关节的周长范围从超小的14.6厘米到超大的21厘米。本方案在一个腕部周长为19厘米的平均男性上做了仔细的测量,并假定了人体腕部的几何参数为线性。表1显示了超小、平均和超大尺寸的腕部在关位置的截面几何形状。

[0060] 表1. 人体腕部的测量参数(单位:毫米)

[0061]

尺寸	宽度	高度	D1	D2
超小	53.0	34.6	18.4	30.7

平均	69.0	45.0	24.0	40.0
超大	76.3	49.7	26.5	44.2

[0062] 其中D1为腕中心到关位置的横向距离,D2为寸到尺的纵向距离(图2)。图2中,寸为黑菱形,关为圆圈,尺为黑三角。

[0063] 从图2至图4中可以看出,在彩色照片(图2)、深度图(图3)和高度剖面图(图4)中,平均手腕尺寸的男子的左手腕的“关”位置(红圈)切过关位置(见图2中的切线)。图4中“关”位置的红色虚线切线(红色圆)斜率为-35度。图4中的左腕和右腕下面的都是木枕头,图中已经将桌面高度设置为零。

[0064] 脉诊时,要求病人的手腕必须平放,掌心朝上。然而,寸-关-尺位置的表面方向不是平坦的,因此,为了精确测量近寸-关-尺点的俯仰和滚转角度,本方案使用了英特尔Realsense相机D435i。该方法不仅使用了彩色图像,而且采用了红外主动立体视觉方法测量图像中每个像素点的深度。图2显示了由深度信息得到的彩色图像、深度图像和高度剖面。左手腕放在一个2厘米高的木制枕头上支撑着,就像中医师测脉时通常做的那样。

[0065] 在本发明的本实施例中,移动设备200包括机架、移动平台210、底座220和驱动装置230;底座220设置在机架上,信号采集设备300设置在移动平台210上;移动平台210通过驱动装置230可活动设置在底座220上,以使信号采集设备300按照寸、关、尺的位置采集相应的脉搏信息。

[0066] 进一步的,驱动装置230包括六个驱动件231、六个连杆232,驱动件231与连杆232一一对应;驱动件231设置在底座220的底部,驱动件231通过连杆232与移动平台210可活动地连接;底座220、驱动装置230和移动平台210构成Stewart平台机构。

[0067] Stewart平台机构,中文可以译为斯图尔特平台,其具有刚度大、承载能力强、位置误差不累计等特点,在应用上与串联机构形成互补,已成为空间机构学的研究热点。Stewart平台并联机构已经在航空、航天、海底作业、地下开采、制造装配等行业有着广泛的应用。

[0068] 可以理解的是,在本发明的其他实施例中,驱动装置230还可以是其他的结构形式,只要驱动装置230能够带动移动平台210相对底座220运动至病人的寸、关、尺的位置即可,这里仅仅是一个示例。

[0069] 可选的,连杆232的一端与驱动件231球铰连接,连杆232的另一端与移动平台210球铰连接。如此即保障了移动平台210的自动运动,又能够保障底座220与移动平台210之间的活动更加灵活。

[0070] 进一步的,在本实施例中,移动设备200还包括运动件;运动件设置在移动平台210上,以带动信号采集设备300旋转以适应不同的采集角度和采集位置。

[0071] 可选的,运动件与驱动件231均为伺服装置(如伺服电机、伺服气缸等)。可以理解的是,在本发明的其他实施例中,运动件与驱动件231还可以是其他装置,只要运动件、驱动件231能够带动信号采集设备300运动即可。

[0072] 在本发明的本实施例中,信号采集设备300包括多个压力传感器组成的传感器阵列310,以及气囊;传感器阵列310用于检查病人的寸、关、尺处的血压和脉搏,气囊用于对寸、关、尺施加不同程度的压力。

[0073] 当使用立体摄像机测量时会发现,病人手掌平放时,左手腕的关位置表面有一个

大的滚转角,约为-35度,它还有13.5度的俯仰角。假设左右手腕对称,本方案可以得出在右手手腕上的关位置将会有35度的滚转角和13.5度的俯仰角。这给Stewart平台带来了一个设计上的挑战——几乎很难能达到如此大范围的翻转角度。

[0074] 于是,本方案通过在普通Stewart平台上增加另一个自由度来解决这个问题。本方案没有将压力传感器阵列310直接安装在移动平台210上(图5中的底部六边形),而是首先将传感器阵列310放在一个伺服平台上,预旋转35度以匹配管位置的滚动角度。然后将伺服装置安装在移动平台210的顶部。伺服器可以旋转传感器阵列310到+90度来匹配右手腕,或旋转到-90度来匹配左手腕(图5)。这种设计大大降低了小型化和低成本的脉搏采集机器人测量左右手腕脉搏的难度。

[0075] 从图5中可以看出,6台伺服安装在底座220(位于图中上方)上控制移动平台210的运动(位于图中下方)。平台上还有一个伺服装置(即运动件),可以旋转信号采集设备300的传感器阵列310,以适应左右手腕。

[0076] Stewart平台的X位移工作区(沿病人手臂)主要是取寸、关、尺位置的脉搏。由表1可知,超大体型的男子从寸到尺的纵向距离是 $D_2=44.2\text{mm}$,加上一些5mm的病人错位误差,因此要求系统达到60毫米的X位移范围。

[0077] Stewart平台的Y位移(垂直于水平面上的X)稍微复杂一些。中医通过触摸和感觉腕部拇指侧的突出骨性标志来确定关的位置。Stewart平台和压力传感器阵列310能够实现同样的定位。因此,传感器阵列310必须能够在侧面到达手腕的边缘。身材娇小的女子的关位离手腕中心是18.4毫米,大个子男子的手腕边缘离手腕中心是38.15毫米(宽度/2),因此Stewart平台必须能够横向移动20毫米。本方案添加对齐容限,并设置Y位移的必要范围为36毫米。

[0078] 对于Stewart平台的Z位移(高度),本方案主要关注的是在关位置测量娇小女性和高大男性不同的高度的手腕。高度差为15.1毫米,因此,本方案将Z位移设置为-4mm到16mm,以覆盖误差容限较大的测量范围。此外,Stewart平台还可以测量达到-16mm(该驱动装置230的最短值),所以当取脉Stewart平台处于视觉模式寻找寸-关-尺位置时,移动平台210对视觉系统的干扰最小。本系统还允许病人的手腕错位,使滚动,俯仰和偏航10度,使脉搏测量更加稳健。表2总结了工作空间的需求。

[0079] 表2.自动脉搏采集的Stewart平台的六维工作空间要求

[0080]

名称	含义	值	单位
X	Xdisplacement	± 30	mm
Y	Ydisplacement	± 18	mm
Z	Zdisplacement	-4 to 16	mm
α, β, γ	Roll, pitch and yaw	± 10	degree

[0081] 表2中的工作空间需求似乎很容易达到,但与其他Stewart平台设计不同的是,本方案的Stewart平台需要独立地到达所有六个维度的工作空间。这是因为身材娇小的女性和身材魁梧的男性都可能会让手腕偏离正常的位置和姿势。而传统的工作空间设计方法是针对单一自由度的范围,而没有指定其他自由度的状态,所以本方案为它提供了一种新的设计方法。

[0082] 进一步的,本脉诊系统10对移动设备200的Stewart平台进行了优化设计。

[0083] 移动设备200的末端执行器的可达到空间称为移动设备200的工作空间。该工作空间被定义为六个维度,3个维度为平台位置,另外3个维度为其姿势。Stewart平台的特性在很大程度上取决于其设计参数,由于移动设备200获取脉象需要同时到达一定的空间(表二),本方案需要对所有的设计进行优化,如表3所示的6个设计参数:

[0084] 表3 Stewart平台的设计参数

参数名称	含义	最优值
R_b	底面半径	73.8 mm
R_p	平台半径	48.8 mm
L_{arm}	臂长	50.8 mm
[0085] L_{rod}	杆长	216.0 mm
α_b	伺服轴与底座 220 六边形之间的半角	30.5 °
α_p	平台六角形杆 端之间的半角	41.875°

[0086] 优化有两个目标：首先，移动设备200能够满足工作空间的要求。其次，也希望本方案的移动设备200是袖珍的。更小的移动设备200更容易携带，成本更低。同时，在给定伺服分辨率的情况下，移动设备200也能具有较高的精度。因此，设计移动设备200的Stewart平台的目的是找到一组优化参数表 A^* ，使代价函数最小化：

$$[0087] \quad A^* = \underset{A}{\operatorname{argmin}} \left(\sum_w s_{nr} + A^T w A \right) \quad (1)$$

[0088] 其中 A 是数组的参数优化，其总和代表所有工作空间网格。 nr 为网格可达性，当其为1时，表示节点不可到达，当其为0时，节点可以到达。 w 是一个重量对角矩阵，将1000作为长度参数，0作为角度参数。优化的目标是达到所有需要的工作空间，设计一个袖珍的机器人所以第一项为0，最小化长度参数，即 $R_b, R_p, L_{arm}, L_{rod}$ 。

[0089] 在本设计中，Stewart平台的每个驱动件231使用了两个球关节(如图5)，一个用于驱动件231的伺服臂与连杆232的球铰，另一个用于连杆232与移动平台210的锚点进行球铰。低成本球接头在杆和球轴(图6中的四周延展的线)之间有一个最大角度限制。当软件检测到其中一个球接头超过了它的限制，本方案将工作空间节点计数为不可达。

[0090] 本方案将位移空间设置为1mm，姿态空间设置为1度。这个工作空间有超过4.38亿个节点($61 \times 37 \times 21 \times 21^3$)，本方案需要对给定的一组参数进行评估。本方案使用在Intel i7工作站上运行的MATLAB检查工作空间中所有节点的可达性，大约需要4个小时。

[0091] 但在计算代价函数代价较大的情况下，在六维中寻找全局最小值并不容易。另外，由于每个节点的可达性离散化，方程(1)中的代价函数不是连续的，而且不能使用导数。

[0092] 为了解决这一问题，使用了MATLAB全局优化工具箱中的代理优化算法。该算法在

构造代理阶段和寻找最小阶段之间交替。在构造阶段,算法在给定范围内随机生成参数空间中的点。在这些点上求出代价函数后,通过在这些点上插值一个径向基函数[径向]来构造替代函数。算法的搜索阶段是在参数空间中随机抽取点,根据代项值评估一个优值函数,选择最优候选点进行评估,然后更新代项再次搜索。

[0093] 图6中MATLAB仿真的Stewart平台。底座220(图6中下方)是蓝色的六边形,绿色的六边形是活动平台(图6中下方),红色的线(四周延伸)是球关节轴。球关节与杆有角度限制(黑线):杆与关节轴的角度应在60度到120度之间。在移动平台210顶部的棕色矩形是用于进行脉搏测量的传感器阵列310。

[0094] 首先在工作空间中使用2毫米和2度的目标网格来加速的优化,以获得参数的粗略估计。然后从现成的部件中选择 L_{arm} , L_{rod} ,优化其余4个参数。最后,在1毫米和1度的极细网格上重新评估目标函数的可达性。在32GB内存的i7-8700K计算机上,这个过程花费了大约65个小时。当优化程序停止时,本方案发现所有节点都已到达,即为紧凑设计,方程(1)右侧的第一项为零,第二项最小。

[0095] 与工作空间需求匹配的最佳参数列在表3中。由此产生的机器人底部宽度小于20厘米,高度为22厘米。

[0096] 移动设备200的底座220、移动平台210和将传感器阵列310安装到顶部伺服器上的手臂是通过3D打印设计制作的。移动设备200的其余部分来自外壳组件。

[0097] 本方案还进行了灵敏性研究:设计参数 R_b , R_p , L_{arm} , L_{rod} ,干扰误差 $\pm 2\text{mm}$,底座220和平台六角角 α_b , α_p ,干扰误差 ± 2 度。仿真结果表明,该设计仍然能够到达所需的所有工作空间进行脉搏测量。

[0098] 进一步的,信号采集设备300还包括对信号处理的装置。

[0099] 成人桡动脉大小为2.4毫米左右,而目前国内所有的脉象传感器大都使用大尺度的压力传感器,不能有效地测量出血管内部的量化压力。本方案采用小于桡动脉的微型的传感器阵列310——TDK公司最近研发的微机电生物压力传感器芯片C39,它的大小仅为0.65x0.65毫米,可以同时测量手腕多个点的压力以及精确测量血管内部的压力。

[0100] 本方案还采用了基于西医的压平眼压测试技术(Applanation Tonometry),令压力传感器敏感面小于桡动脉的直径。该技术还可以让传感器的基板在应力下保持平面,因此本方案采用高硬度的PCB板材,保持基板不会在压力下变形,确保了传感器的测量精度。

[0101] 本方案将压力传感器阵列310安装在Stewart平台上的运动平台上的一个额外的伺服装置上,更好的适应不同大小的手腕以及左右手腕。然后使用压平眼压测试技术,测量桡动脉的血压波形,传感器使用0.65x0.65mm微型压力传感器阵列310,多路同时采集不同位置的信号。压力信号经过低噪声差分放大器、滤波器、进行模数转换;并采用电脑控制微型电机对气囊进行自动充气,施加不同的压力,采集血压波形。以下是信号采集设备300的技术指标:

[0102] 压力范围:0-300mmHg

[0103] 有效测量频率:大于1000Hz

[0104] 自动检测血压:是

[0105] 血压精度:小于2mmHg

[0106] 自动检测心率:是

[0107] 心率精度： ± 2 次/分钟

[0108] 重量： < 2 公斤

[0109] 能耗： < 10 瓦

[0110] 传感器空间分辨率： < 0.5 毫米

[0111] 压力传感器数量： > 30

[0112] 在本发明的本实施例中，诊断设备400包括控制终端410、显示终端和服务器420；显示终端和服务器420均与控制终端410连接，信号采集设备300采集的脉搏信息输入控制终端410，控制终端410将上述脉搏信息与服务器420中的信息匹配，进而使控制终端410输入病人的脉象信息及体质信息。进一步的，服务器420包括云端服务器420。

[0113] 本方案将传感器测出的波形上传至云端服务器420，然后提取出相应的波形，通过TensorFlow等深度学习软件训练过的神经网络，进行脉象波形的分类和脉象的诊断，然后传回控制终端410，然后用图形界面显示出病人的脉象及体质。在没有网络的地方，使用边缘计算方法(Edge Computing)在本地进行神经网络推断(inference)。

[0114] 一方面由于采用深度神经网络的办法对病人的脉像进行诊断，随着数据被保存下来而的不断丰富，相应的神经网络也会进一步得到优化。另一方面，采用云端服务器420进可以分布式地采集来自于不同诊所的数据，以更快的获得来自不同诊所的专家的建议数据，能更快的获得训练集，验证集，测试集数据，更加丰富脉诊的学习数据，也进一步加速深度神经网络的优化，而随着学习数据的增加，系统的脉诊准确率会越来越高，诊断水平将逐渐接近一个医生的水平，在某些方面甚至超过一个医生的水平，可以辅助医生的诊断与治疗，提高医疗水平，降低医疗风险。

[0115] 第二方面，本发明提供一种脉诊方法，脉诊方法基于前述实施方式中任一项的脉诊系统10，脉诊方法包括：

[0116] 根据视觉采集设备100采集病人的寸关尺的具体位置信息；

[0117] 移动设备200根据视觉采集传送的位置信息，带动信号采集设备300移动至该病人的寸关尺的位置，由信号采集设备300完成该病人的脉搏信息的采集；

[0118] 诊断设备400根据信号采集设备300的信息判断输出该病人的脉象信息及体质信息。

[0119] 进一步的，云端服务器420主要是接收和处理控制端得到的脉象波形、诊断脉象，回传诊断结果给控制终端410。显示终端和控制终端410主要是界面化引导病人正确的放置手腕，运行手腕识别模块程序，寸关尺定位模块程序从而得到手腕的滚动角、俯仰角、偏航角、XYZ坐标，以及手腕的寸关尺位置，发送Stewart平台的控制命令以及控制微型传感器阵列310采集脉搏信号。双目立体视觉相机用来获得手腕的照片，包括彩色照片，深度图，高度剖面图。Stewart平台让微型传感器阵列310能准确地到达寸关尺附近对应的位。微型传感器阵列310通过一个伺服驱动来精确的到达手腕寸关尺所对应的滚动角、俯仰角、偏航角、XYZ坐标，然后得到脉象波形。

[0120] 如图7所示的工作流程图，在病人在交互界面确定脉诊时，双目立体视觉相机实时采集照片，同时控制终端410启动手腕识别模块程序，识别是否有手腕，如果识别到病人手腕稳定在相机采集照片范围内，开启手腕放置引导模块程序，手腕放置在枕木上，同时启动寸关尺跟踪的程序，在交界面显示跟踪的效果，以及绘制引导病人手腕寸关尺的需要移动

到目标区域。

[0121] 当病人手腕移动到目标区域的并稳定放置的时候,此时启动寸关尺定位模块,得到病人寸关尺对应的手腕部位的手腕的滚动角、俯仰角、偏航角、XYZ坐标,并提示病人保持姿势不变。感应器将得到的滚动角、俯仰角、偏航角、XYZ坐标,转化为Stewart移动平台210需要运动的轨迹和各个舵机需要运动的参数,控制终端410将对应的指令给Stewart移动平台210,开始定位脉诊部位:首先让移动平台210到达寸、关、尺附近,然后驱动微型传感器阵列310到对应的位置,采集脉搏波形,并将采集的数据传给云端服务器420,云端服务器420对波形做适当的处理,采用深度神经网络算法诊断脉象,再将得到的脉象结果回传给终端控制器,最后以图文形式显示在交互界面上。

[0122] 综上,本发明实施例提供了一种脉诊系统10和脉诊方法,至少具有以下优点:

[0123] 采用立体视觉技术测量到手腕和寸-关-尺采集点平面在空间中的俯仰角、滚动角、偏航角,以及寸-关-尺的精确位置;

[0124] 再利用计算机控制Stewart平台机器人,移动其附带的压力传感器阵列310至寸-关-尺位置,调节角度,使得传感器阵列310紧密契合脉诊部位皮肤表面;

[0125] 模仿医生切脉手法,施加轻、中、重程度的压力,采集到相应的脉搏波形,对采集到的压力波形进行整形和快速傅里叶变换;

[0126] 将处理好的压力波形数据传输到云端服务器420,运用卷积神经网络算法对脉象结合其他诊断数据进行综合分析和智能预判。

[0127] 以上,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

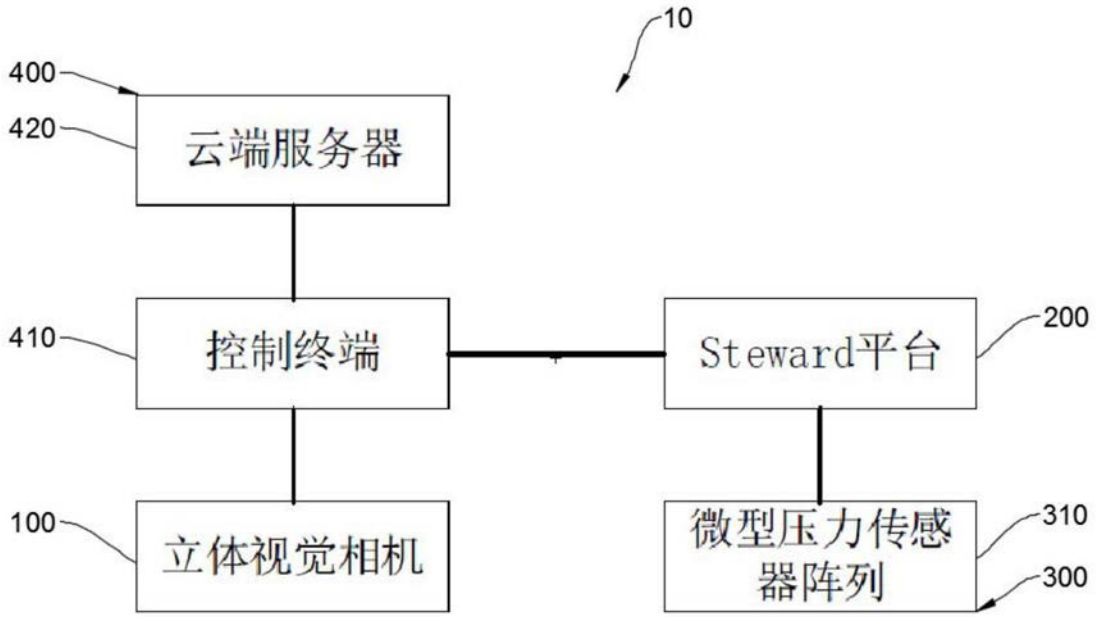


图1

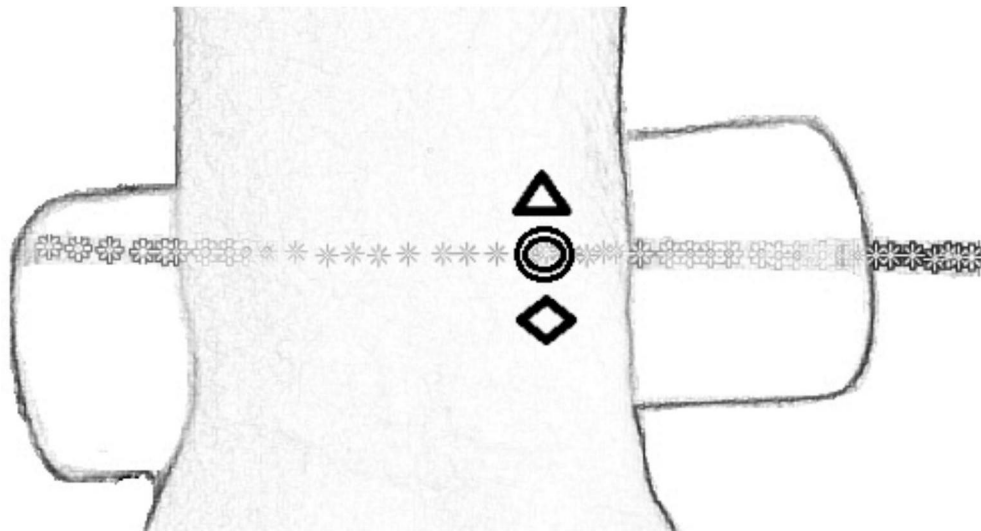


图2

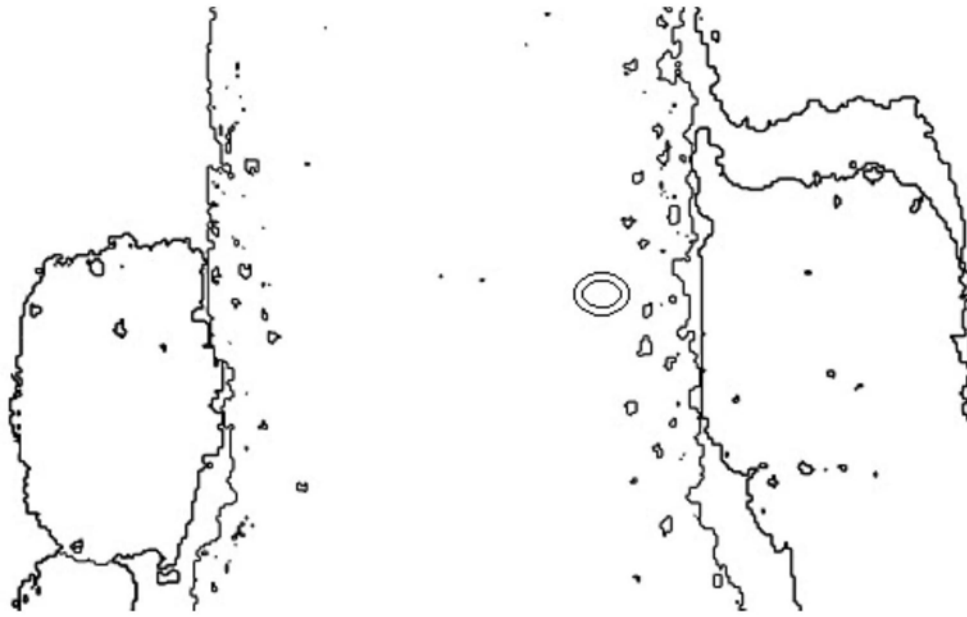


图3

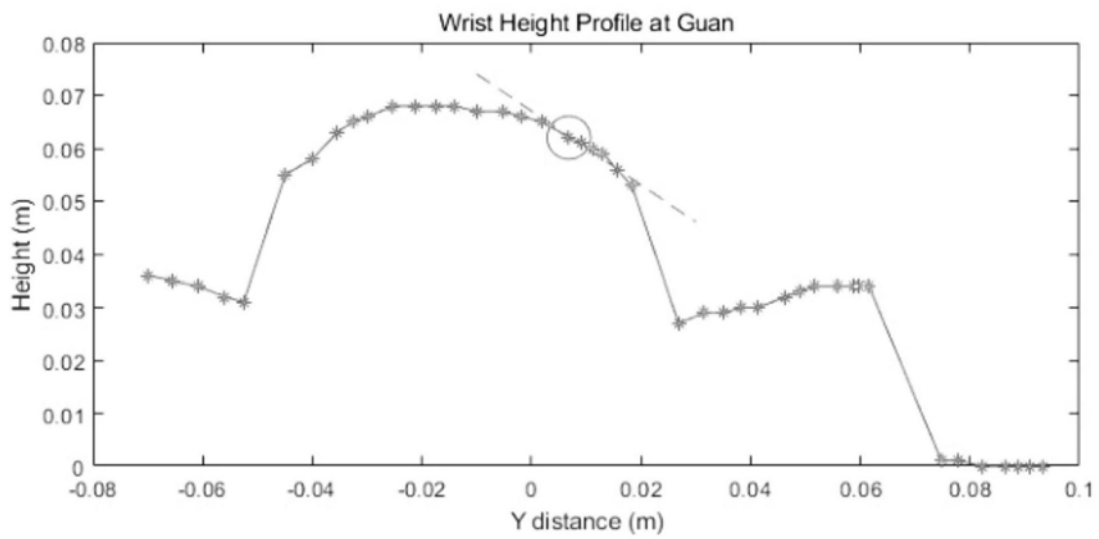


图4

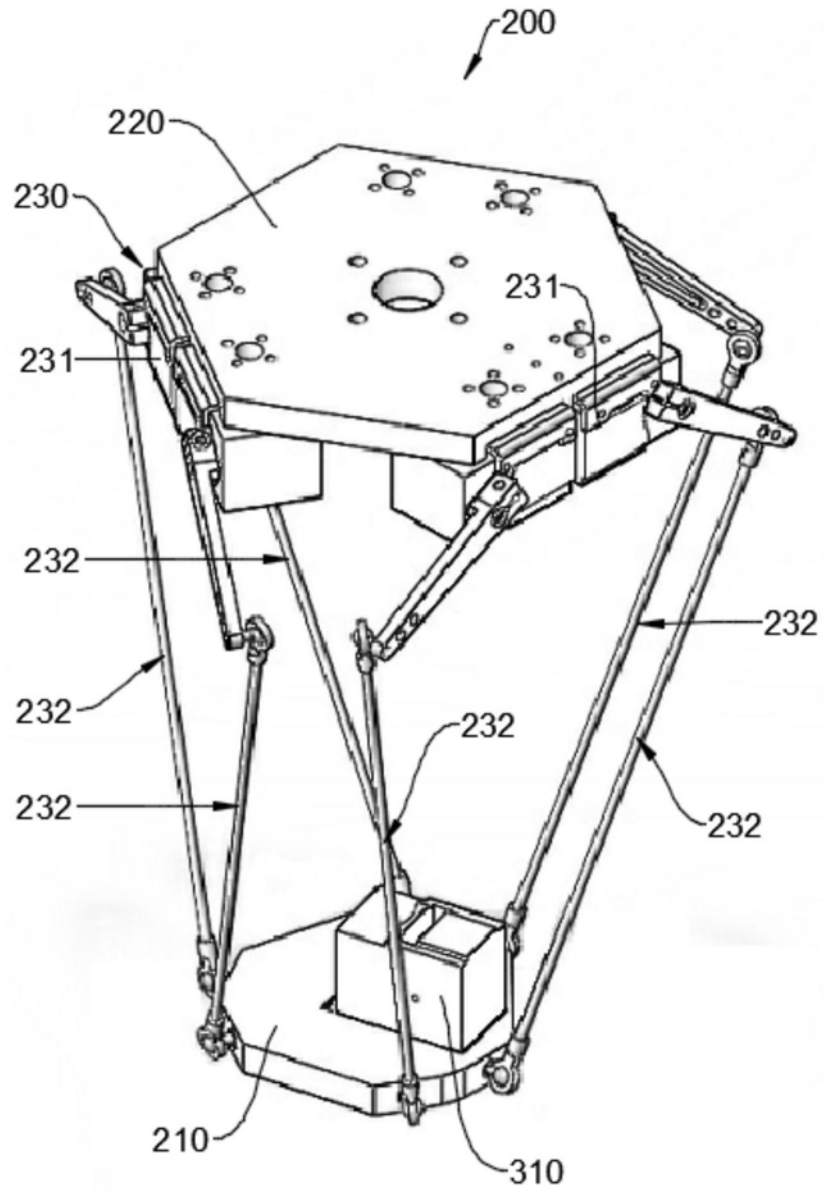


图5

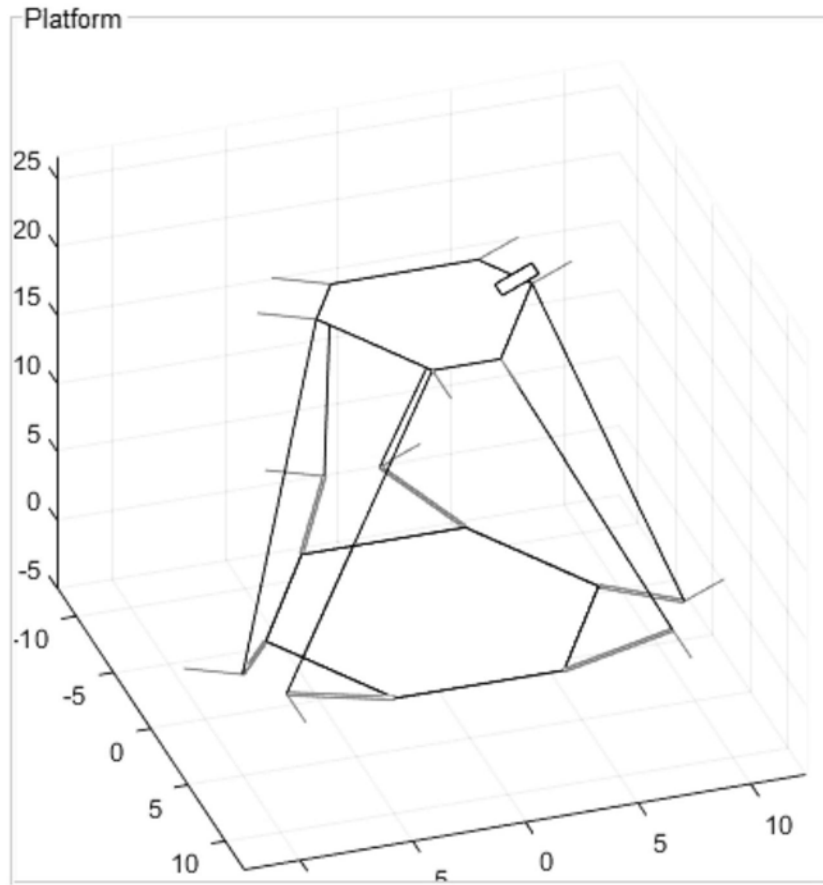


图6

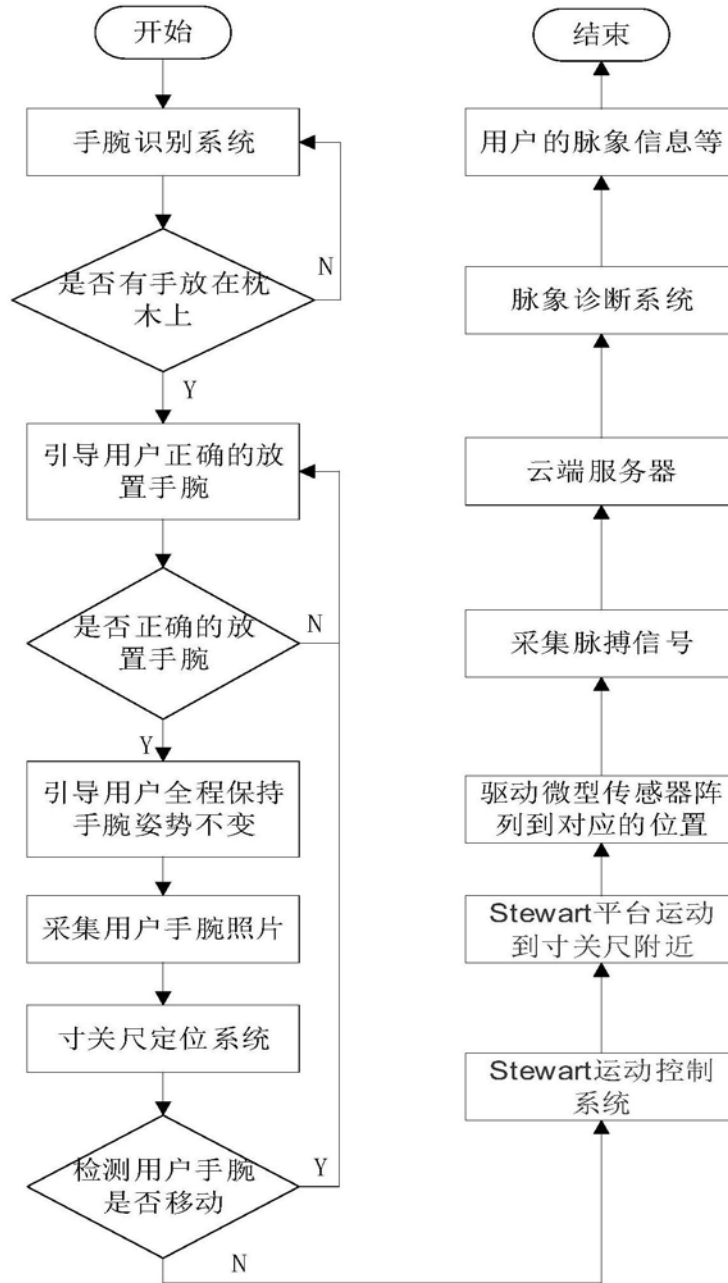


图7