(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日
2022 年 1 月 27 日 (27.01.2022)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2022/017485 A1

(51) 国际专利分类号:
A61B 34/30 (2016.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/108045

(22) 国际申请日: 2021 年 7 月 23 日 (23.07.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202010714728.6 2020年7月23日 (23.07.2020) CN

(72) 发明人; 及

(71) 申请人: 连俊文(LIN, Chun Man Anthony) [CN/CN]; 中国香港特别行政区尖沙咀金巴利道61-63号嘉新大厦2楼B室, Hong Kong 999077 (CN)。

(72) 发明人: 李志杰(LEE, Chi Kit Curie); 中国香港特别行政区鲗魚涌康怡花园J座1504室, Hong Kong 999077 (CN)。 多明戈·戈麦斯·多明戈斯 (DOMINGUEZ, Domingo Gomez); 西班牙韦尔瓦拉普拉塔总督第四辖区6D, Huelva 21005 (ES)。

(74) 代理人: 太原万惟新致知识产权代理事务所（特殊普通合伙）(TAIYUAN WANWEIXINZHI INTELLECTUAL PROPERTY AGENCE (SPECIAL ORDINARY PARTNERSHIP)); 中国山西省太原市山西综改示范区学府园区南中环街529号清控创新基地D座3层307A-05室, Shanxi 030006 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) **Title:** ROBOTIC ARM CONTROL METHOD AND SKIN SURFACE TREATMENT DEVICE

(54) 发明名称: 机械臂控制方法和皮肤表面处理设备

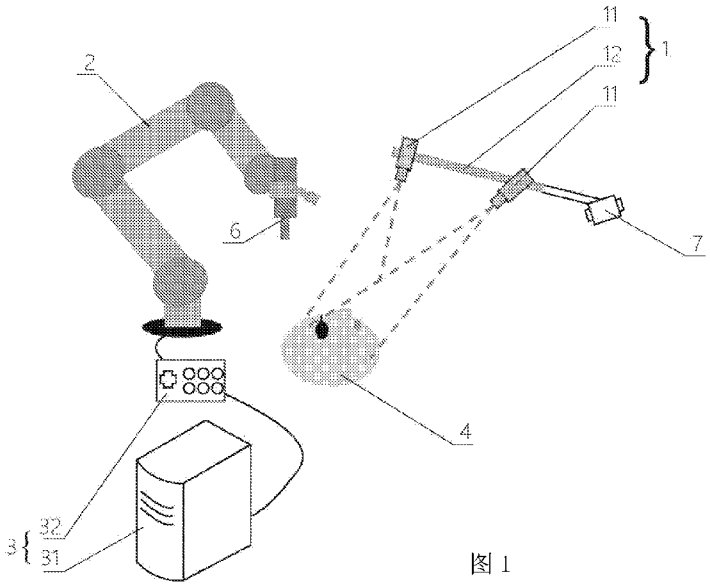


图 1

(57) **Abstract:** The present application relates to the technical field of mechanical control, and discloses a robotic arm control method, a skin surface treatment device, and a computer-readable storage medium, the robotic arm control method comprising the following steps: a surface to be treated of a treatment object of a robotic arm is divided into at least two areas of interest; a three-dimensional point cloud corresponding to each area of interest is acquired by means of a three-dimensional scanning apparatus; each three-dimensional point cloud is optimized; the three-dimensional point clouds are combined so as to obtain an execution point cloud; a motion path of the robotic arm is generated on the basis of the execution point cloud; and the robotic arm treats the surface of the object according to the motion path. Relative to the existing technology, the present application is more economical, can improve treatment efficiency, and improve device safety.

WO 2022/017485 A1

[见续页]

ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的地区保护)：ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要：本申请涉及机械控制技术领域，公开了一种机械臂控制方法、皮肤表面处理设备和计算机可读存储介质，机械臂控制方法包括如下步骤：将机械臂的处理对象的需处理表面分为至少两个关注区域；通过三维扫描装置，获取每个关注区域所对应的三维点云；优化各个三维点云；将各三维点云合并以获得执行点云；基于所述执行点云生成所述机械臂的移动路径；所述机械臂根据所述移动路径，对所述对象的表面进行处理。本申请相对于现有技术而言具有更好的经济性，并能够提高处理效率，提升设备的安全性。

机械臂控制方法和皮肤表面处理设备

技术领域

[0001] 本发明涉及机械控制技术领域，特别涉及一种可应用于皮肤表面处理的机械臂控制方法和皮肤表面处理设备。

背景技术

[0002] 皮肤美容，是在不介入人体的美容方法，包括在皮肤、毛发等可为人们所视的部位局部实施的、非治疗目的的修饰方法。皮肤美容能够改善皮肤不理想的现状，提高皮肤健康度，延缓皮肤衰老。

[0003] 具体来说，通过皮肤美容治疗能够改善包括且不限于如下症状：色斑、痤疮、毛孔、脱毛、皱纹和发黑。能让皮肤恢复正常的新陈代谢系统。

[0004] 皮肤美容从肤色、肤质、肤龄、肤健四个方面全面地对皮肤进行改善提升，从症状、新陈代谢、根源、长远管理四个维度深入皮肤不同层次彻底解决皮肤问题。

[0005] 在针对皮肤的处理操作中，会常用到多种工具。例如激光美容仪、IPL光子美容装置、射频仪器、超声紧肤仪器、脱毛仪、高压注水喷头等等。这些工具通常由经过训练的从业人员来操作，人工成本高昂。此外，过多且不同的人工介入无法保证和提供水平稳定且全程可控的服务品质，而且还有可能因为员工经验不足或人为粗心导致错误的处理引发医疗事故。

[0006] 在对人体的表面进行处理的过程中，可以通过机器人手臂，也就是机械臂来握持这些美容设备和工具，并结合另外附设的各类传感器而提供稳定的非治疗目的的皮肤美容服务。具体而言，就是利用机械臂的运动特性，使之沿人类皮肤表面的几何形状移动，因此需要设计机械臂的运动轨迹，而且需要确保机械臂不会接触到人体表面的敏感区域或禁止处理的特殊区域（例如眼睛周边或伤口区域）以策安全。

[0007] 为此，在现有技术中，往往尝试利用三维扫描装置，获取人体表面的三维点云，并根据这些三维点云生成机械臂的移动路径。

[0008] 然而，在对整个皮肤表面部位进行处理的时候，三维点云的数据量将十分庞大。具体说来，取决于相机的分辨率和数据采集，仅针对人面部的扫描都可能会创建数十万个数据点， 由于机械臂的运动轨迹是点对点的运动的，根据如此数量的数据点进行运动也是不切实际的，因此需要对三维点云进行优化处理。

发明概述

技术问题

[0009] 而，对于巨量的三维点云而言，无论是输入、存储、优化或是输出，都对控制器的性能提出了很高的要求。而如果控制器达不到要求，则很可能会导致数据溢出。

问题的解决方案

技术解决方案

[0010] 为了解决或部分解决上述技术问题，本申请的实施方式提供了一种机械臂控制方法。

[0011] 其中，机械臂控制方法包括如下步骤：将机械臂的处理对象的需处理表面分为至少两个关注区域；通过三维扫描装置，获取每个关注区域所对应的三维点云；优化各个三维点云；将各三维点云合并以获得执行点云；基于执行点云生成机械臂的移动路径；机械臂根据移动路径，对对象的表面进行处理。

[0012] 本申请实施方式还公开了一种皮肤表面处理设备，包括：三维扫描装置、机械臂和控制器；其中，控制器用于将机械臂的处理对象的需处理表面分为至少两个关注区域；三维扫描装置用于获取每个关注区域所对应的三维点云；控制器用于优化各个三维点云，将各三维点云合并以获得执行点云，并基于执行点云生成机械臂的移动路径；机械臂用于根据移动路径，对对象的表面进行处理。

[0013] 本申请实施方式还公开了一种计算机可读存储介质，存储有计算机程序，其中，计算机程序被执行时能够实现上述方法中的步骤。

[0014] 本申请实施方式还公开了一种皮肤表面处理设备，包括存储器、处理器及通信组件，其中，存储器，用于存储程序；处理器，与存储器耦合，用于执行存储器中存储的程序，以用于：将机械臂的处理对象的需处理表面分为至少两个关注区域;通过三维扫描装置，获取每个关注区域所对应的三维点云；优化各个三

维点云；将各三维点云合并以获得执行点云；基于执行点云生成机械臂的移动路径；机械臂根据移动路径，对对象的表面进行处理。

发明的有益效果

有益效果

[0015] 相比于现有技术而言，本申请的实施方式借助于：

[0016] 1、通过初步扫描来分析待处理对象的表面，以识别并设定禁止机械臂处理的区域，确保机械臂的处理安全性;2、将处理对象的表面分为多个关注区域，使得数据量得到了分割；3、通过过滤和优化，摒弃了无用的三维点云数据，减少了单个三维点云的数据量；4、通过对多个三维点云的合并，获得了数据量小、可以被精确执行的执行点云。

[0017] 因此相比于现有技术而言，本申请的实施方式对控制器性能要求低，可以降低皮肤表面处理设备的生产制造成本，提高其处理效率。

对附图的简要说明

附图说明

[0018] 为了更清楚地说明本申请实施方式或现有技术中的技术方案，下面将对实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单介绍。显而易见地，下面描述中的附图仅用于示意本申请的一些实施方式，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的附图中未提及的技术特征、连接关系乃至方法步骤。

[0019] 图1是本申请实施方式的将两个深度摄像头设置在同一结构元件上时的示意图；

[0020] 图2是本申请实施方式的将一个深度摄像头设置在机械臂上时的示意图；

[0021] 图3是本申请实施方式的一种机械臂控制方法的简要流程示意图；

[0022] 图4是本申请实施方式的三维点云在优化过滤前的示意图；

[0023] 图5是本申请实施方式的三维点云经优化过滤后的示意图；

[0024] 图6是本申请实施方式的一种机械臂控制方法在针对需处理表面进行处理的过程中的流程示意图；

[0025] 图7是本申请实施方式的一种皮肤表面处理设备的系统框图。

[0026] 附图标记说明：1、三维扫描装置；11、深度摄像头；12、结构元件；2、机械臂；3、控制器； 31、上位机；32、下位控制模块；4、处理对象的表面；51、存储器；52、处理器；53、通信组件；54、显示器；55、电源组件；56、音频组件；6、表面处理工具；7、传感器。

发明实施例

本发明的实施方式

[0027] 下面结合说明书附图，对本发明进行进一步的详细说明。

[0028] 实施方式一

[0029] 如前文背景技术所分析的，现有技术尚缺乏一种具有更好的经济性和高性能的机械臂控制方法。

[0030] 有鉴于此，本申请的第一实施方式提供了一种皮肤表面处理设备，参见图1或图2所示，包括：三维扫描装置1、机械臂2和控制器3；其中，控制器3将机械臂2的处理对象的需处理表面分为至少两个关注区域；三维扫描装置1是用于获取物体立体表面三维点云的装置。

[0031] 在本申请的实施方式中，三维扫描装置1用于获取每个关注区域所对应的三维点云；控制器3用于优化各个三维点云，将各三维点云合并以获得执行点云，并基于执行点云生成机械臂2的移动路径；机械臂2根据移动路径针对对象的表面4进行相应的处理。

[0032] 在本申请的实施方式中，机械臂2上可以安装有各种表面处理工具6，如激光器、IPL光子美容装置、射频仪器、超声紧肤仪器、脱毛仪、高压注水喷头等。这些表面处理工具6同样可以与控制器3电性连接，以便其与机械臂2的移动路径彼此配合动作。

[0033] 可以理解地，控制器3为广义上的控制器，其可以部分分立设置于机械臂2之外，也可以被完全集成在机械臂2以内。典型地，如图1或图2中所示，其可以包括装设在机械臂2上的下位控制模块32，以及连接下位控制模块32的上位机31（如计算机工作站、或是其他可移动、不可移动的终端），当控制器3同时包括下位控制模块32和上位机31时，上位机31可以负责将三维扫描装置1所获取和收集的数据分析处理之后，得出机械臂的执行动作数据。然后，上位机31将执行动作

数据输出到下位控制模块32之中，从而通过下位控制模块32实现机械臂2的操作逻辑。

[0034] 另外，下位控制模块32往往可以是机械臂2自带的控制器，其不但提供针对机械臂2的控制接口，而且通常还可以负责为机械臂2供电。

[0035] 可选地，三维扫描装置1可以包括静态地安装在同一结构元件12上的两个深度摄像头11。参见图1所示，在这一可选示例中，可以使用两个深度摄像头11，并将其安装在结构元件12上。其中，结构元件12可以是支撑架或一些常见种类的夹具。结构元件12的位置可以通过标尺标定，并可以被调整，以便适应不同体型的处理对象。在固定好深度摄像头11之后，可以在控制器3中预置深度摄像头11的坐标，从而保持校准。

[0036] 在对物体的表面进行扫描的过程中，每个深度摄像头11都会生成一个三维点云。在此基础上，通过任意一个深度摄像头11都可以描绘出待处理对象的一侧表面。例如，以人脸作为待处理对象为例，通过设置于人脸左右两侧的深度摄像头11，可以在同一时间绘制出左脸和右脸的三维点云。进一步可选地，当处理对象为人脸时，关注区域可以为6至8个，对应地，深度摄像头11的数量也可以根据需求对应调整。

[0037] 据此，控制器3可以针对这些三维点云进行优化和合并，从而获得执行点云并进而生成机械臂2的移动路径，而后驱动机械臂2沿着这一移动路径运动。

[0038] 当然，在采用更多数量的深度摄像头11时，将这些深度摄像头11分别与各个关注区域对应，可以显著地提高扫描效率。

[0039] 而可选地，三维扫描装置1也可以包括安装在机械臂2上的一个或多个深度摄像头11。

[0040] 在一个可选示例中，参见图2所示，可以使用一个深度摄像头11，并将其安装在机械臂2上。

[0041] 在控制器3中，可以根据机械臂2的运动轨迹随时获知机械臂2本身的确切位置，因此同样可以获知这一深度摄像头11的确切位置。因此借助于控制器3来控制机械臂2，在待处理对象前通过预设轨迹移动的过程中，即可借助单个深度摄像头11获得多个三维点云。在控制器3中，可以针对每个三维点云数据，标定深度

摄像头11在拍摄该三维点云时的坐标数据，以便后续处理。

[0042] 据此，控制器3同样可以针对这些三维点云进行优化和合并，从而获得执行点云并进而生成机械臂2的移动路径，而后驱动机械臂2沿着这一移动路径运动。

[0043] 采用设置于机械臂2上的单个深度摄像头11时，由于无需设置多个深度摄像头11，因此可以显著地降低成本。

[0044] 也就是说，本申请的实施方式还提供了一种机械臂控制方法，参见图3所示，包括如下步骤：将机械臂2的处理对象的需处理表面分为至少两个关注区域；通过三维扫描装置1，获取每个关注区域所对应的三维点云；优化各个三维点云；将各三维点云合并以获得执行点云；基于执行点云生成机械臂2的移动路径；机械臂2根据移动路径，对所述对象的表面进行处理。

[0045] 可选地，控制器3可以通过初步扫描来分析处理对象的表面4，以识别并设定禁止机械臂2处理的区域。也就是说，在将机械臂的处理对象的需处理表面分为至少两个关注区域的步骤之前，还可以包括如下步骤：预扫描处理对象的表面4，以将处理对象的表面4标记为需处理表面和非处理表面。其中，需处理表面，顾名思义为需要被处理的表面。而非处理表面则是无需被处理的表面。非处理表面可以包括皮肤上的伤口、特殊器官如眼睛、耳朵、乳头、肚脐等等，或是在计划内并不打算处理的皮肤区域。

[0046] 预扫描可以借助于快速扫描模式来实现，而通过预扫描摒弃了非处理表面，可以减少后续的关注区域的精细扫描和处理的时间，显著地提高机械臂的操作效率。优选地，可以基于AI图像识别技术来自动化地识别需处理表面和非处理表面。当然，在AI图像识别之后，为了确保准确性，还可以借助人工对识别的区域进行复核。

[0047] 在深度摄像机从关注区域获取三维点云后，其所获取的三维点云数据量十分庞大，往往无法被直接使用。因此，可以通过多种方式优化各个三维点云，从而减少计算量。

[0048] 具体可选地，参见图3、图6所示，优化各个三维点云的步骤，可以包括：

[0049] 使用双边过滤器对三维点云进行过滤处理，以减少其噪声。

[0050] 双边过滤器属于图像去噪的一种方法。图像去噪的方法很多，如中值滤波，高

斯滤波，维纳滤波等等。但这些降噪方法容易模糊图片的边缘细节，对于高频细节的保护效果并不明显。相比较而言，双边滤波器可以提供很好的边缘保护，也就是可以在去噪的同时，保护图像的边缘特性。而，本申请的发明人发现，对应构造机械臂2的移动路径这一技术方案而言，图像的边缘特性的清晰程度对提供最优化的移动路径至关重要。

[0051] 在本申请的实施方式中，所采用的双边过滤器的核可以用数学表示为：具体见附件。

[0052] 图4和图5分别示意出了采用双边滤波器前后的三维点云变化，可以看到经过双边滤波器的过滤之后，获得了锐利、清晰、噪声少的三维点云。

[0053] 而可选地，将各三维点云合并以获得执行点云的步骤，可以包括：

[0054] 将第一个三维点云和第二个三维点云的最近点进行迭代配准，合并成新的三维点云，将所合并成的新的三维点云和下一个三维点云进行迭代配准，如此反复，直到所有的三维点云都合并成执行点云。

[0055] 所谓配准，指的是给定两个来自不同坐标系的三维数据点集，找到两个点集空间的变换关系，使得两个点集能统一到同一坐标系统中的过程。

[0056] 本申请实施方式所选用的迭代配准算法，又可称之为迭代最近点（Iterative Closest Point, ICP）算法，是一种三维点云匹配算法。这一算法允许将从不同的深度相机（或位于不同位置的同一深度相机）获得的不同三维点云合并到单个三维点云中，平移和旋转三维点云以使其匹配而不会变形，直到获得最小误差为止。

[0057] 经过这一算法获得的执行点云，其数据量相比于三维扫描装置1所获得的初始三维点云而言要小得多，从而易于被控制器3处理和执行。

[0058] 具体说来，在执行点云中，具有表示3D信息的单个坐标原点。这一坐标原点可以被选择为与任意一深度摄像头11相同。由于坐标原点的位置是已知的，并且与机械臂2的坐标相关联，因此可以依据执行点云，增加补偿来为机械臂2生成任意的移动路径。

[0059] 基于执行点云的移动路径无需考虑各个深度摄像头11所获取的三维点云之间因不同的坐标原点而带来的位置关系的计算，因此大幅度地降低了计算量。

[0060] 据此，本申请的技术方案相比于现有技术而言，能够简化计算量并提高系统性能。

[0061] 另外值得一提的是，对本申请的实施方式而言，在上述的合并步骤中，将三维点云合并后形成的执行点云可以仅仅是合并了某一两个关注区域的三维点云之后的产物，也可以是将所有的关注区域的关注区域全部合并之后的最终点云。取决于数据量的多寡，可以如图1所示，在全部合并之后统一由机械臂2执行，也可以如图6所示，由机械臂2一边执行，一边持续合并三维点云。因此可选地，移动路径可以在每覆盖一个关注区域之后连接至下一个关注区域，以便机械臂2能够顺畅地完成处理操作。

[0062] 在现有技术中，未经过良好的数据处理，直接利用三维扫描装置1所获取的三维点云来生成机械臂2的运动轨迹。其数据量过于庞大，对机械臂2的工作系统提出了很高的要求。

[0063] 而相比于现有技术而言，本申请的实施方式借助于：1、通过初步的预扫描来分析处理对象的表面4，识别并设定禁止机械臂处理的区域，确保了机械臂的处理安全性；2、将处理对象的表面4分为多个关注区域，使得数据量得到了分割；3、通过过滤和优化，摒弃了无用的三维点云数据，减少了单个三维点云的数据量；4、通过对多个三维点云的合并，获得了数据量小、可以被精确执行的执行点云。

[0064] 因此相比于现有技术而言，本申请的实施方式对控制器3性能要求低，可以降低皮肤表面处理设备的生产制造成本，提高其处理效率。由于借助了机械臂来替代传统的人工处理，因此提高了皮肤表面处理操作的品质稳定性和处理安全性。

[0065] 实施方式二

[0066] 本申请的第二实施方式是第一实施方式的进一步改进，主要改进之处在于，在本申请的第二实施方式中，机械臂控制方法中的机械臂2根据移动路径处理对象的表面4的步骤，参见图1、图2所示，还包括：通过传感器7获取对象表面的状态数据；根据状态数据调整机械臂2的处理操作。

[0067] 与之对应地，皮肤表面处理设备则包括：传感器7，获取对象表面的状态数据

；

[0068] 控制器3根据所述状态数据调整所述机械臂2的处理操作。

[0069] 可选地，状态数据可以包括温度或湿度。

[0070] 在本申请中，传感器7可以是可以用对人体皮肤的状态进行检测的设备。传感器7的种类有多种。例如温度传感器7，可用于测量皮肤表面温度；湿度传感器7，可用于测量皮肤的湿度；摄像头，可用于检测皮肤的纹理；光谱传感器7，可用于对照射至皮肤的光谱或激光能量进行检测。传感器7的设置位置可以和深度摄像头11的设置位置相一致，也就是说，当深度摄像头11被设置在结构元件12上时，传感器7也可以被设置在结构元件12上。而当深度摄像头11被设置在机械臂2上时，传感器7也可以被设置在机械臂2上。

[0071] 当然，当多个深度摄像头11被设置在结构元件12上时，传感器7还可以被设置在机械臂2上，跟随机械臂运动并更准确及时地给予当前操作区域的状态数据反馈。而且，将传感器7设置在机械臂2上还能够防止机械臂2动作过程中可能对传感器7所产生的阻挡，提高了数据精度。

[0072] 接下来，将以一些典型的传感器7为例，说明如何根据状态数据调整机械臂2的处理操作。

[0073] 当传感器7包括温度传感器7时，温度传感器7可以检测机械臂2上的处理工具，如激光器的操作区域的温度，并发送给控制器3。

[0074] 由于皮肤受到激光器的照射温度会上升。控制器3在检测到这一温度的上升达到或超过阈值时，可以控制激光器调低输出功率，也可以控制激光器关闭，甚至可以加快机械臂2在移动路径上的移动速度，从而缩短激光器在温度上升超过阈值的皮肤表面的停留时间。

[0075] 当传感器7包括湿度传感器7时，湿度传感器7可以检测机械臂2上的处理工具的操作区域的湿度，并发送给控制器3。

[0076] 由于皮肤湿度下降时，容易发生损伤。控制器3在检测到这一湿度的下降达到或超过阈值时，可以控制激光器调低输出功率，也可以控制高压喷头使其喷水，或控制雾化器起雾补充皮肤水分等等。

[0077] 当传感器7包括光谱传感器7时，光谱传感器7可以检测机械臂2上的处理工具的

操作区域的皮肤接收到的激光能量，并发送给控制器3。

[0078] 由于皮肤短时间接收到过强的激光能量时，容易发生损伤。控制器3在检测到这一激光能量达到或超过阈值时，可以控制激光器调低输出功率，也可以控制激光器关闭，甚至可以加快机械臂2在移动路径上的移动速度，从而缩短激光器在激光能量累计超过阈值的皮肤表面的停留时间。

[0079] 根据治疗类型和所使用的激光技术，传感器7所反馈的温度信息可用于稳定温度的安全裕度，湿度信息可用于优化和提升用户体验，激光能量则可以精确激光能量的输出剂量。

[0080] 另外，可选地，通过传感器7获取对象表面的状态数据的步骤，还可以包括：在状态数据超出阈值限制时，调整移动路径以暂时避开对象的表面的超出阈值的部位。

[0081] 实施方式三

[0082] 本申请的第三实施方式提供了一种计算机可读存储介质，存储有计算机程序，其中，计算机程序被执行时能够实现第一或第二实施方式中的方法的步骤或功能。

[0083] 借助计算机程序能够自动化地完成上述步骤，提高效率。

[0084] 据此，本申请的实施方式还提供了一种皮肤表面处理设备，参见图7所示，包括存储器51、处理器52及通信组件53，其中，存储器51，用于存储程序；处理器52，与存储器51耦合，用于执行存储器51中存储的程序，以用于：将机械臂2的处理对象的表面4分为至少两个关注区域；通过三维扫描装置1，获取每个关注区域所对应的三维点云；优化各个三维点云；将各三维点云合并以获得执行点云；基于所述执行点云生成所述机械臂2的移动路径；所述机械臂2根据所述移动路径处理所述对象的表面。

[0085] 进一步，皮肤表面处理设备还可以包括：通信组件53、显示器54、电源组件55、音频组件56等其它组件。本申请中仅示意性给出部分组件，并不意味着计算设备只包括这些。

[0086] 最后应说明的是，本领域的普通技术人员可以理解，为了使读者更好地理解本申请，本申请的实施方式提出了许多技术细节。但是，即使没有这些技术细节

和基于上述各实施方式的种种变化和修改，也可以基本实现本申请各权利要求所要求保护的技术方案。因此，在实际应用中，可以在形式上和细节上对上述实施方式作各种改变，而不偏离本申请的精神和范围。

说明书 51 段中：

在本申请的实施方式中，所采用的双边过滤器的核可以用数学表示为：

$$I^{filtered}(x) = \frac{1}{W_p}\sum_{x_i\in\Omega} I(x_i) f_r\left(\left|I(x_i) - I(x)\right|\right) g_s\left(\left|x_i - x\right|\right)$$

$$W_p = \sum_{x_i\in\Omega} f_r\left(\left|I(x_i) - I(x)\right|\right) g_s\left(\left|x_i - x\right|\right)$$

其中Ω是以x为中心的窗口，x是用于平滑强度差异的范围核，而g_s是用于平滑

坐标差异的空间核。

权利要求书

[权利要求 1] 一种机械臂控制方法，其特征在于，包括如下步骤：将机械臂的处理对象的需处理表面分为至少两个关注区域；通过三维扫描装置，获取每个关注区域所对应的三维点云；优化各个三维点云；将各三维点云合并以获得执行点云；基于所述执行点云生成所述机械臂的移动路径；所述机械臂根据所述移动路径，对所述对象的表面进行处理。

[权利要求 2] 根据权利要求1所述的机械臂控制方法，其特征在于，所述优化各个三维点云的步骤，包括：使用双边过滤器对所述三维点云进行过滤处理，以减少其噪声。

[权利要求 3] 根据权利要求1所述的机械臂控制方法，其特征在于，所述将各三维点云合并以获得执行点云的步骤，包括：将第一个三维点云和第二个三维点云的最近点进行迭代配准，合并成新的三维点云，将所合并成的新的三维点云和下一个三维点云进行迭代配准，如此反复，直到所有的三维点云都合并成执行点云。

[权利要求 4] 根据权利要求1所述的机械臂控制方法，其特征在于，所述处理对象为人脸，所述关注区域为6至8个；所述移动路径在每覆盖一个关注区域之后连接至下一个关注区域。

[权利要求 5] 根据权利要求1所述的机械臂控制方法，其特征在于，所述机械臂根据所述移动路径处理所述对象的表面的步骤，包括：通过传感器获取对象表面的状态数据；根据所述状态数据调整所述机械臂的处理操作；所述状态数据包括温度或湿度；所述通过传感器获取对象表面的状态数据的步骤，包括：在所述状态数据超出阈值限制时，调整所述移动路径以暂时避开对象的表面的超出阈值的部位。

[权利要求 6] 根据权利要求1所述的机械臂控制方法，其特征在于，在所述将机械臂的处理对象的需处理表面分为至少两个关注区域的步骤之前，还包括如下步骤：预扫描处理对象的表面，以将处理对象的表面标记为需处理表面和非处理表面。

[权利要求 7] 一种皮肤表面处理设备，其特征在于，包括：三维扫描装置、机械臂

和控制器；其中，所述控制器用于将所述机械臂的处理对象的需处理表面分为至少两个关注区域；所述三维扫描装置用于获取每个关注区域所对应的三维点云；所述控制器用于优化各个三维点云，将各三维点云合并以获得执行点云，并基于所述执行点云生成所述机械臂的移动路径；所述机械臂用于根据所述移动路径，对所述对象的表面进行处理。

[权利要求 8] 根据权利要求7所述的皮肤表面处理设备，其特征在于，所述三维扫描装置包括安装在同一结构元件上的两个深度摄像头；或者，所述三维扫描装置包括安装在所述机械臂上的一个深度摄像头。

[权利要求 9] 根据权利要求7所述的皮肤表面处理设备，其特征在于，还包括：传感器，获取对象表面的状态数据；所述控制器根据所述状态数据调整所述机械臂的处理操作。

[权利要求 10] 一种皮肤表面处理设备，包括存储器、处理器及通信组件，其中，存储器，用于存储程序；处理器，与存储器耦合，用于执行存储器中存储的程序，以用于:将机械臂的处理对象的需处理表面分为至少两个关注区域；通过三维扫描装置，获取每个关注区域所对应的三维点云；优化各个三维点云；将各三维点云合并以获得执行点云；基于所述执行点云生成所述机械臂的移动路径；所述机械臂根据所述移动路径，对所述对象的表面进行处理。

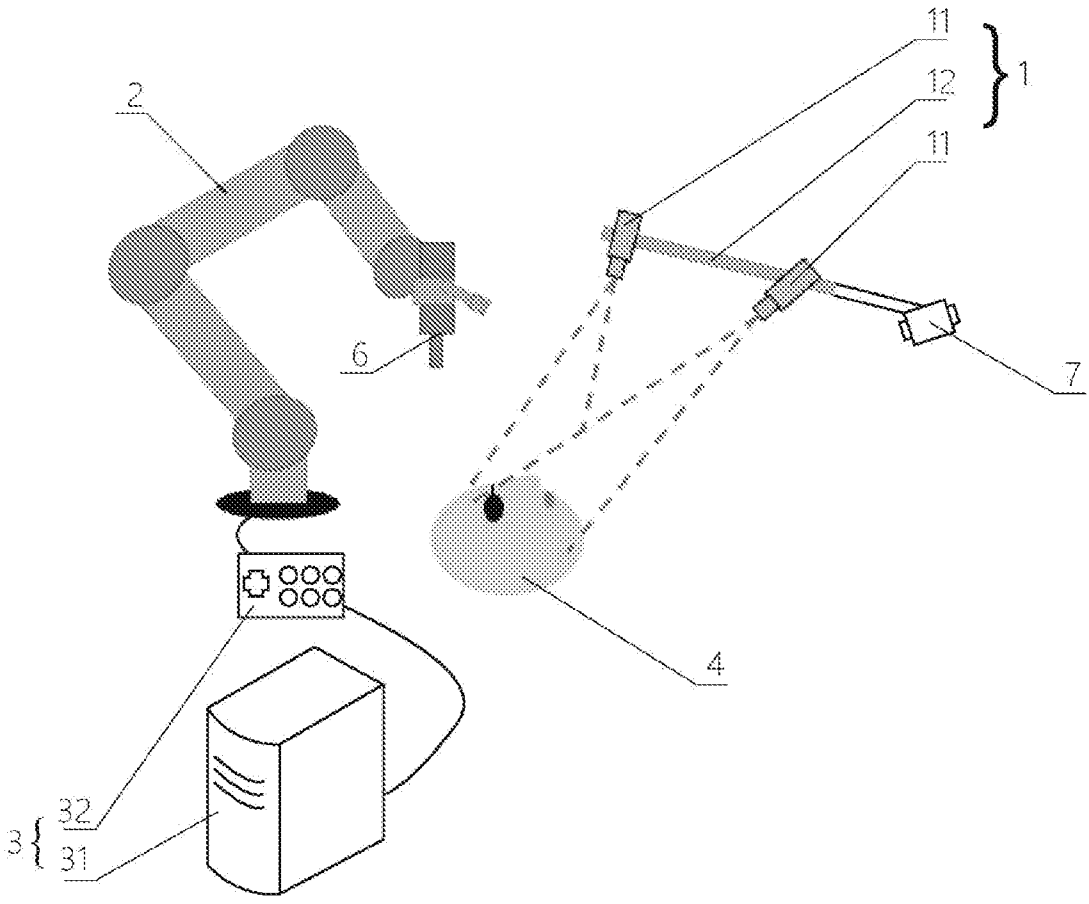


图 1

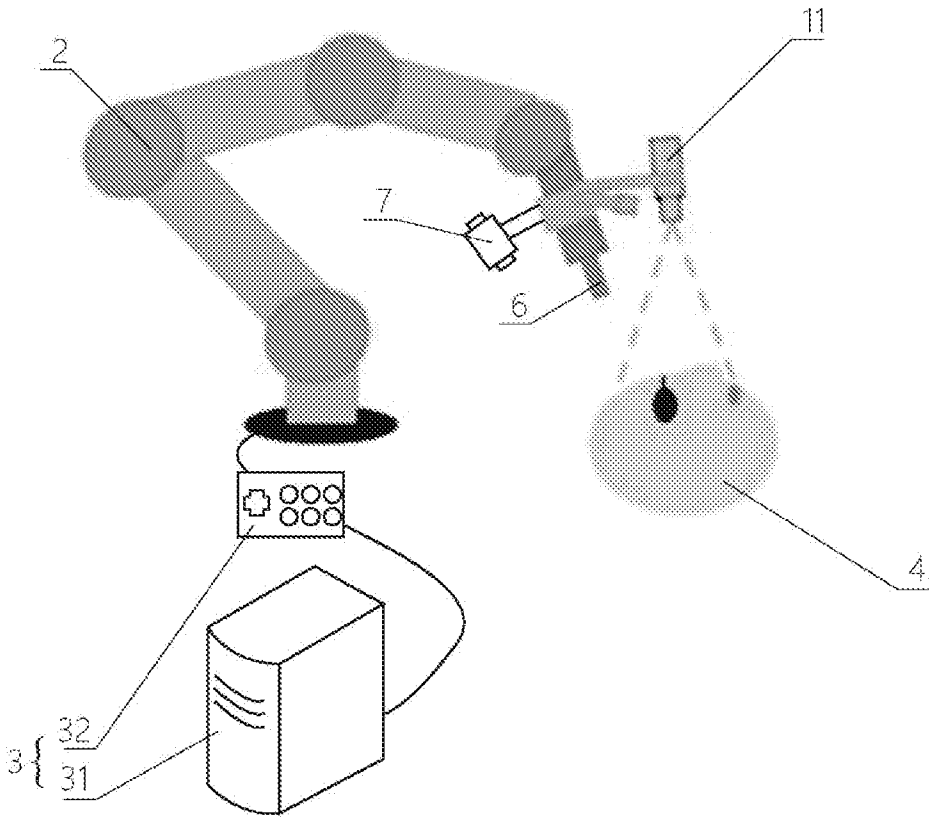


图 2

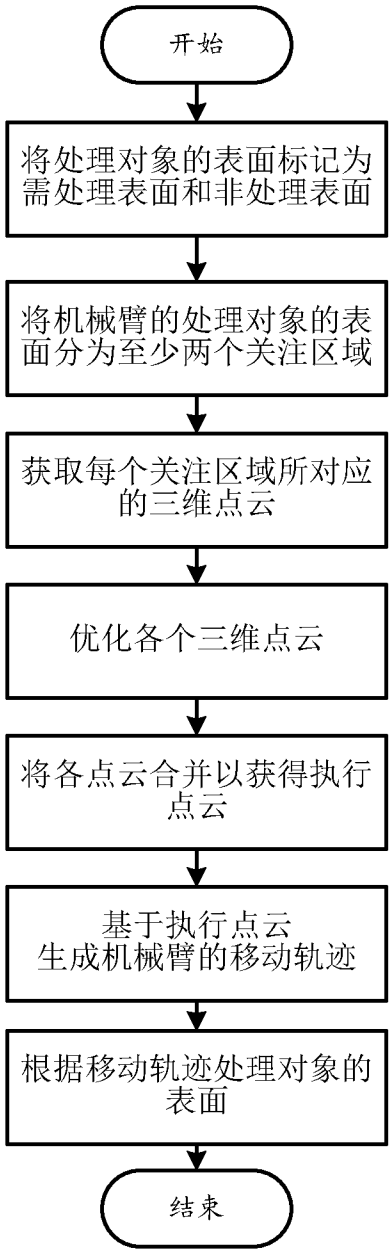

开始
将处理对象的表面标记为需处理表面和非处理表面
将机械臂的处理对象的表面分为至少两个关注区域
获取每个关注区域所对应的三维点云
优化各个三维点云
将各点云合并以获得执行点云
基于执行点云生成机械臂的移动轨迹
根据移动轨迹处理对象的表面
结束

图 3

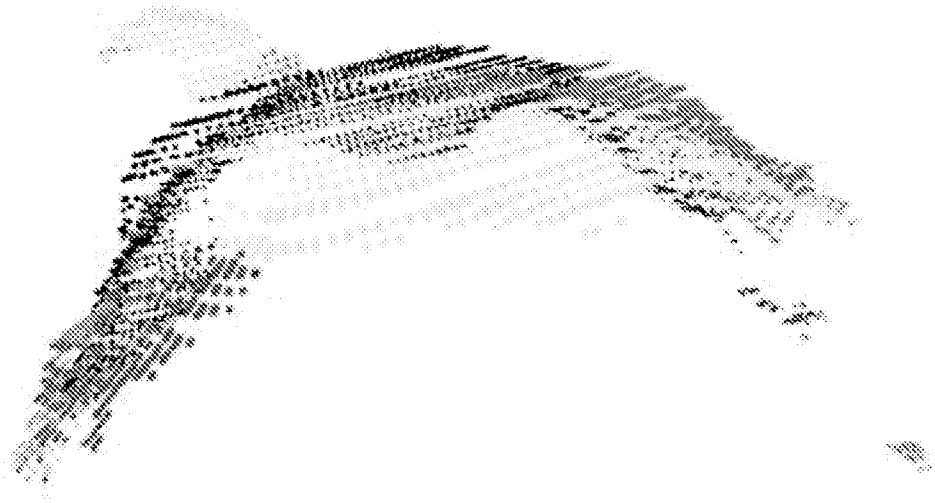


图 4

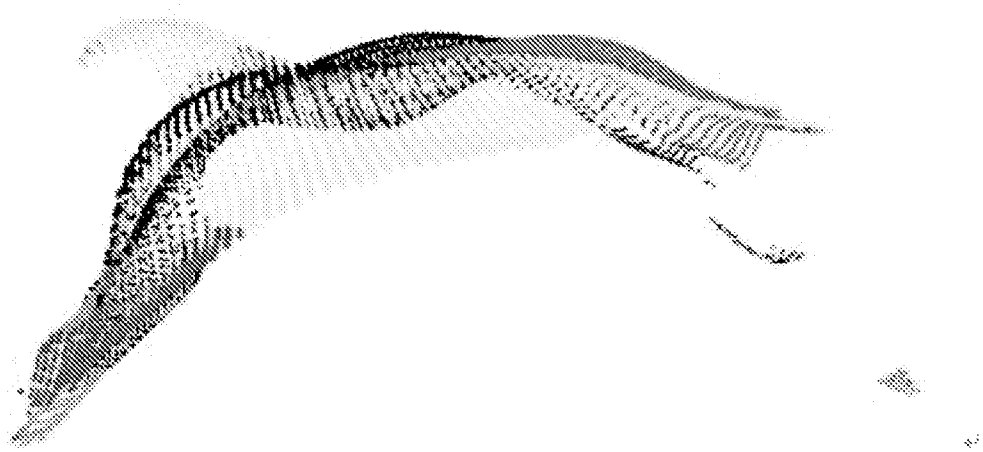


图 5

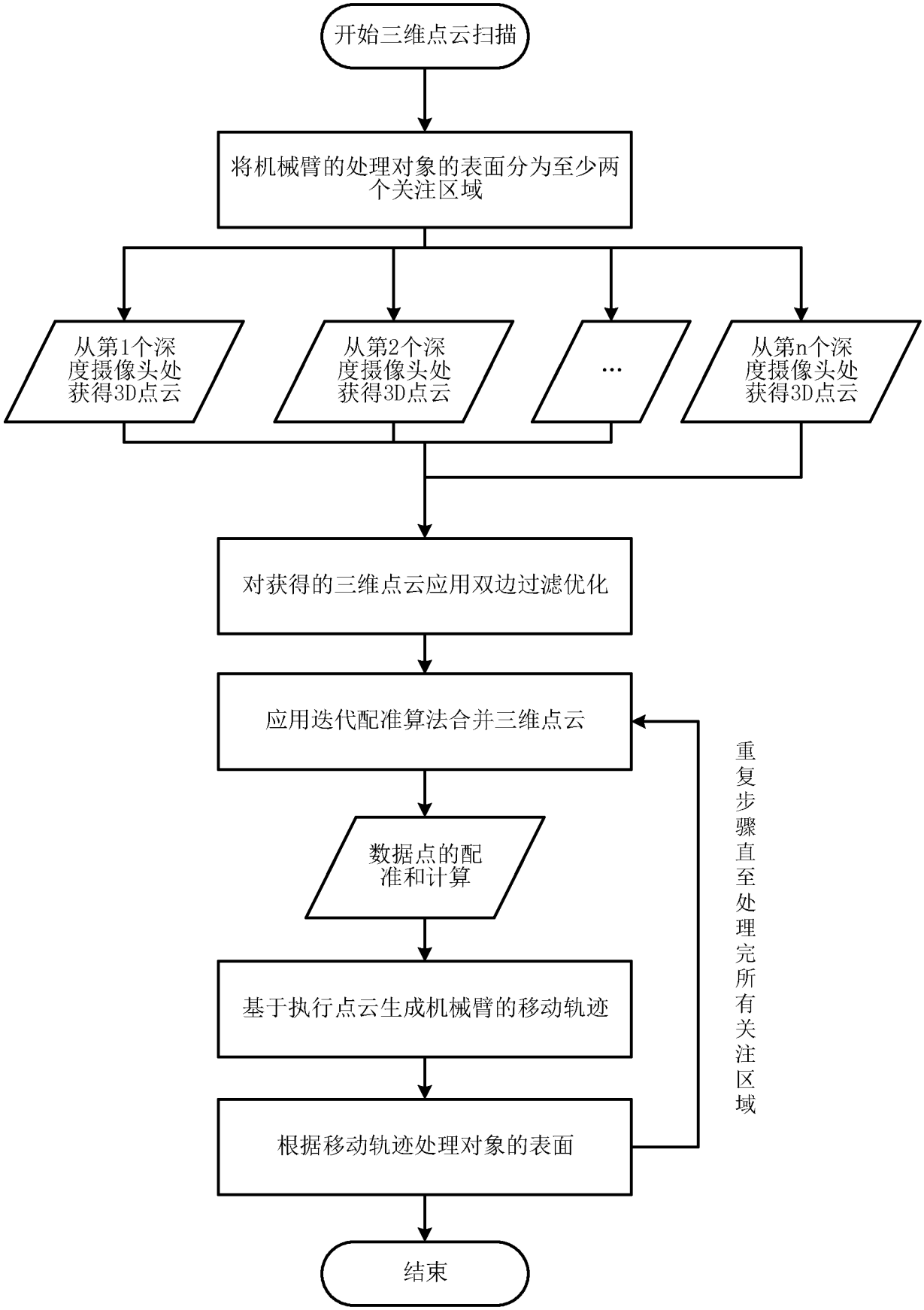

开始三维点云扫描
将机械臂的处理对象的表面分为至少两个关注区域
从第1个深度摄像头处获得3D点云
从第2个深度摄像头处获得3D点云
…
从第n个深度摄像头处获得3D点云
对获得的三维点云应用双边过滤优化
应用迭代配准算法合并三维点云
数据点的配准和计算
基于执行点云生成机械臂的移动轨迹
根据移动轨迹处理对象的表面
结束
重复步骤直至处理完所有关注区域

图 6

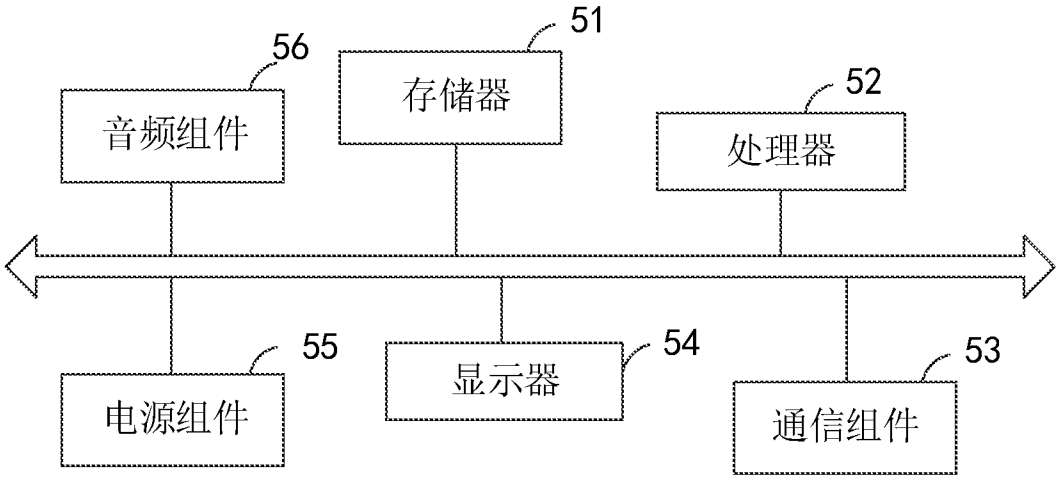


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2021/108045

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B 34/30(2016.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, CNTXT, CNKI: 机器, 机械, 手, 臂, 三维, 点云, 扫描, 兴趣, 关注, 治疗, 区域, 分, 合并, 拼接, 融合, 路径, 路线, 脸, 皮肤, 调, 控, 变, 温度, 湿度; VEN, USTXT, WOTXT, EPTXT, CATXT, GBTXT: robot, mechanic, arm, hand, 3d, three, dimension, point, cloud, scan, ROI, interest, treat, region, merge, unite, incorporate, matching, splice, path, trajectory, face, skin, adjust, control, change, temperature, humidity, moisture

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 110382048 A (OH & LEE MEDICAL ROBOT INC) 25 October 2019 (2019-10-25) description, paragraphs 35-299, and figures 1-35	1-10
Y	CN 111223048 A (ZHONGMINGGU INTELLIGENT ROBOT (GUANGDONG) CO., LTD.) 02 June 2020 (2020-06-02) description, paragraphs 55-79, and figures 1-4	1-10
Y	CN 110037918 A (XIONG, Jianghua) 23 July 2019 (2019-07-23) description, paragraphs 22-48, and figures 1-5	5, 9
A	CN 109493375 A (SHENZHEN ESUN EXHIBITION COMPANY LIMITED) 19 March 2019 (2019-03-19) entire document	1-10
A	US 2019247122 A1 (EPICA INT INC) 15 August 2019 (2019-08-15) entire document	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
09 October 2021	**27 October 2021**
Name and mailing address of the ISA/CN **China National Intellectual Property Administration (ISA/CN)** **No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088** **China** Facsimile No. **(86-10)62019451**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2021/108045

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 110382048 A	25 October 2019	EP 3593857 A1	15 January 2020
		WO 2018164429 A1	13 September 2018
		US 2020023192 A1	23 January 2020
		KR 101888963 B1	17 August 2018
		KR 20180102031 A	14 September 2018
		JP 2020508781 W	26 March 2020
CN 111223048 A	02 June 2020	None	
CN 110037918 A	23 July 2019	CN 211067994 U	24 July 2020
CN 109493375 A	19 March 2019	CN 109493375 B	12 January 2021
US 2019247122 A1	15 August 2019	EP 3752980 A1	23 December 2020
		WO 2019161073 A1	22 August 2019

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2021/108045

A. 主题的分类

A61B 34/30(2016.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

A61B

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称，和使用的检索词（如使用））

CNABS,CNTXT,CNKI：机器，机械，手，臂，三维，点云，扫描，兴趣，关注，治疗，区域，分，合并，拼接，融合，路径，路线，脸，皮肤，调，控，变，温度，湿度； VEN,USTXT,WOTXT,EPTXT,CATXT,GBTXT:robot,mechanic,arm,hand,3d,three,dimension,point,cloud,scan,ROI,interest,treat,region,merge,unite,incorporate,matching,splice,path,trajectory,face,skin,adjust,control,change,temperature,humidity, moisture

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN 110382048 A (OH & LEE医疗机器人公司) 2019年 10月 25日 (2019-10-25) 说明书第35-299段，图1-35	1-10
Y	CN 111223048 A (中铭谷智能机器人广东有限公司) 2020年 6月 2日 (2020-06-02) 说明书第55-79段，图1-4	1-10
Y	CN 110037918 A (熊江华) 2019年 7月 23日 (2019-07-23) 说明书第22-48段，图1-5	5、9
A	CN 109493375 A (深圳市易尚展示股份有限公司) 2019年 3月 19日 (2019-03-19) 全文	1-10
A	US 2019247122 A1 (EPICA INT INC) 2019年 8月 15日 (2019-08-15) 全文	1-10

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☑ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件，或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件（如具体说明的）

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布，与申请不相抵触，但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件，单独考虑该文件，认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件，当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时，要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
2021年 10月 9日	2021年 10月 27日

ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员
中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	何煦佳
传真号 (86-10)62019451	电话号码 86-(20)-28958451

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2021/108045

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	110382048	A	2019年 10月 25日	EP	3593857	A1	2020年 1月 15日
				WO	2018164429	A1	2018年 9月 13日
				US	2020023192	A1	2020年 1月 23日
				KR	101888963	B1	2018年 8月 17日
				KR	20180102031	A	2018年 9月 14日
				JP	2020508781	W	2020年 3月 26日
CN	111223048	A	2020年 6月 2日		无		
CN	110037918	A	2019年 7月 23日	CN	211067994	U	2020年 7月 24日
CN	109493375	A	2019年 3月 19日	CN	109493375	B	2021年 1月 12日
US	2019247122	A1	2019年 8月 15日	EP	3752980	A1	2020年 12月 23日
				WO	2019161073	A1	2019年 8月 22日