

(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
2024 年 10 月 17 日 (17.10.2024)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2024/212554 A1

- (51) 国际专利分类号:
G06T 5/00 (2024.01) G06N 3/04 (2023.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2023/137196
- (22) 国际申请日: 2023 年 12 月 7 日 (07.12.2023)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202310439907.7 2023年4月12日 (12.04.2023) CN
- (71) 申请人: 深圳先进技术研究院 (SHENZHEN INSTITUTE OF ADVANCED TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道1068号, Guangdong 518055 (CN).
- (72) 发明人: 冯伟 (FENG, Wei); 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN). 许睿烁 (XU, Ruishuo); 中国广东

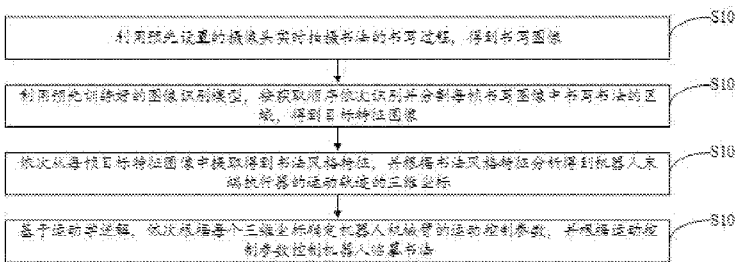
省深圳市南山区西丽大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。王卫军 (WANG, Weijun); 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。周凯臣 (ZHOU, Kaichen); 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。安鲸 (AN, Boyoung); 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。车其姝 (CHE, Qishu); 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。

(74) 代理人: 北京中巡通大知识产权代理有限公司 (BEIJING ZHONG XUN TONG DA INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国北京市西城区西直门外大街 1 号院 2 号楼 7 层 7C1, Beijing 100044 (CN)。

(54) Title: CALLIGRAPHY COPYING METHOD AND APPARATUS FOR INTELLIGENT ROBOT, AND DEVICE AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 用于智能机器人的书法临摹方法、装置、设备及存储介质

[图1]



- S101 Photograph, in real time, a writing process of calligraphy by using a preset camera, so as to obtain a writing image
- S102 Sequentially recognize and segment, by using a pre-trained image recognition model and according to an acquisition sequence, a calligraphy writing area in each frame of writing image, so as to obtain a target feature image
- S103 Sequentially extract a calligraphic style feature from each frame of target feature image, and perform analysis according to the calligraphic style feature to obtain three-dimensional coordinates of a motion trajectory of an end effector of a robot
- S104 On the basis of inverse kinematics, sequentially determine a motion control parameter of a robotic arm of the robot according to each set of three-dimensional coordinates, and according to the motion control parameter, control the robot to copy the calligraphy

(57) Abstract: Disclosed in the present invention are a calligraphy copying method and apparatus for an intelligent robot, and a device and a storage medium. The method comprises: photographing, in real time, a writing process of calligraphy by using a preset camera, so as to obtain a writing image; sequentially recognizing and segmenting, by using a pre-trained image recognition model and according to an acquisition sequence, a calligraphy writing area in each frame of writing image, so as to obtain a target feature image; sequentially extracting a calligraphic style feature from each frame of target feature image, and performing analysis according to the calligraphic style feature to obtain three-dimensional coordinates of a motion trajectory of an end effector of a robot; and on the basis of inverse kinematics, sequentially determining a motion control parameter of a robotic arm of the robot according to each set of three-dimensional coordinates, and according to the motion control parameter, controlling the robot to copy calligraphy. In the present invention, a writing image of calligraphy is photographed in real time, a calligraphic feature is extracted from the writing image, and according to the calligraphic feature, a robot is controlled to copy the calligraphy in real time.

[见续页]



(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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: 本发明公开了一种用于智能机器人的书法临摹方法、装置、设备及存储介质, 其中方法包括: 利用预先设置的摄像头实时拍摄书法的书写过程, 得到书写图像; 利用预先训练好的图像识别模型, 按获取顺序依次识别并分割每帧书写图像中书写书法的区域, 得到目标特征图像; 依次从每帧目标特征图像中提取得到书法风格特征, 并根据书法风格特征分析得到机器人末端执行器的运动轨迹的三维坐标; 基于运动学逆解, 依次根据每个三维坐标确定机器人机械臂的运动控制参数, 并根据运动控制参数控制机器人临摹书法。本发明通过实时拍摄书法的书写图像, 再从书写图像中提取书法特征, 并根据书法特征控制机器人实时临摹书法。

说明书

发明名称: 用于智能机器人的书法 临摹方法、装置、设备及存储介质

技术领域

[0001] 本申请涉及智能机器人技术领域，特别是涉及一种用于智能机器人的书法临摹方法、装置、设备及存储介质。

背景技术

[0002] 中国书法已有几千年的历史，无数书法名家留下了大量墨宝。书法不光是中华民族的一种文化更是中华民族历史的一种承载方式。如今中华民族的优秀文化受到越来越受的关注，教育部计划将书法纳入到中小学教育以及中考中。然而中国书法千变万化，普通人需要花费很长时间进行练习才能达到较好的书写水平。

[0003] 随着科学技术的发展机器人开始逐渐走进人们的生活中，在机器人学中很多工作都是关于机器人的模仿学，并且随着机器人的小型化，机器人已经被尝试进行书法的书写和示教领域。如果拥有一台小型书法机器人对书法进行模仿演示教学，可以更加的直观并且很大程度上提高小朋友的书写兴趣。

发明概述

技术问题

[0004] 然而目前书法机器人，大多数是进行的提前示教，手动录入书法的轨迹，然后由机器人将提前录入的书法临摹出来，其临摹的模式固定，书法的风格完全依赖于提前录入的书法，不能实时临摹书法的书写过程，灵活性差、实用价值低。

技术方案

[0005] 有鉴于此，本申请提供一种用于智能机器人的书法临摹方法、装置、设备及存储介质，以解决现有书法机器人不能实时临摹书法、灵活性差的问题。

- [0006] 为解决上述技术问题，本申请采用的一个技术方案是：提供一种用于智能机器人的书法临摹方法，其包括：利用预先设置的摄像头实时拍摄书法的书写过程，得到书写图像；利用预先训练好的图像识别模型，按获取顺序依次识别并分割每帧书写图像中书写书法的区域，得到目标特征图像；依次从每帧目标特征图像中提取得到书法风格特征，并根据书法风格特征分析得到机器人末端执行器的运动轨迹的三维坐标；基于运动学逆解，依次根据每个三维坐标确定机器人机械臂的运动控制参数，并根据运动控制参数控制机器人临摹书法。
- [0007] 作为本申请的进一步改进，利用预先训练好的图像识别模型，按获取顺序依次识别并分割每帧书写图像中书写书法的区域，得到目标特征图像，包括：将书写图像输入至预先训练好的图像识别模型，以识别书写图像中包括书写书法的第一区域、以及包括手部和笔的第二区域；对书写图像中的第一区域和第二区域进行图像分割，再对第二区域进行掩膜叠加处理，得到第一特征图像；基于图像二值化的方式，剔除第一特征图像中的第二区域，保留第一区域，得到目标特征图像。
- [0008] 作为本申请的进一步改进，将书写图像输入至预先训练好的图像识别模型之前，还包括：基于第一预设方式过滤书写图像中的阴影噪声数据。
- [0009] 作为本申请的进一步改进，得到目标特征图像之后，还包括：当目标特征图像中的文字倾斜时，基于仿射变换的方式将目标特征图像中倾斜文字的方向调整为预设方向。
- [0010] 作为本申请的进一步改进，依次从每帧目标特征图像中提取得到书法风格特征，并根据书法风格特征分析得到机器人末端执行器的运动轨迹的三维坐标，包括：依次对每相邻两帧目标特征图像进行帧差法，得到每相邻两帧目标特征图像之间的书写轨迹图像；获取书写轨迹图像的中心点的坐标，得到X轴和Y轴方向上的坐标值；计算书写轨迹图像中书写轨迹的面积；基于预设映射方式，根据面积映射得到机器人末端执行器在Z轴方向上的坐标值；根据X轴和Y轴方向上的坐标值、Z轴方向上的坐标值得到三维坐标。
- [0011] 作为本申请的进一步改进，得到每相邻两帧目标特征图像之间的书写轨迹图像之后，还包括：基于第二预设方式过滤书写轨迹图像中的椒盐噪声数据。

- [0012] 作为本申请的进一步改进，预设映射方式表示为： $S=A \times z$ ，其中，S表示面积，z表示Z轴方向上的坐标值，A表示预设参数。
- [0013] 为解决上述技术问题，本申请采用的又一个技术方案是：提供一种用于智能机器人的书法临摹装置，其包括：拍摄模块，用于利用预先设置的摄像头实时拍摄书法的书写过程，得到书写图像；预处理模块，用于利用预先训练好的图像识别模型，按获取顺序依次识别并分割每帧书写图像中书写书法的区域，得到目标特征图像；提取模块，用于依次从每帧目标特征图像中提取得到书法风格特征，并根据书法风格特征分析得到机器人末端执行器的运动轨迹的三维坐标；控制模块，用于基于运动学逆解，依次根据每个三维坐标确定机器人机械臂的运动控制参数，并根据运动控制参数控制机器人临摹书法。
- [0014] 为解决上述技术问题，本申请采用的再一个技术方案是：提供一种计算机设备，所述计算机设备包括处理器、与所述处理器耦接的存储器，所述存储器中存储有程序指令，所述程序指令被所述处理器执行时，使得所述处理器执行如上述任一项的用于智能机器人的书法临摹方法的步骤。
- [0015] 为解决上述技术问题，本申请采用的再一个技术方案是：提供一种存储介质，存储有能够实现上述任一项的用于智能机器人的书法临摹方法的程序指令。

有益效果

- [0016] 本申请的有益效果是：本申请的用于智能机器人的书法临摹方法通过实时拍摄书法书写过程的书写图像，再从连续的多帧书写图像中提取得到书法风格特征，再从书法风格特征中提取得到机器人末端执行器的运动轨迹的三维坐标，然后利用运动学逆解的方式，根据三维坐标实时控制机器人临摹出拍摄的书法，其能够对不同书法风格进行灵活展示，临摹方式不局限于机器人提前示教的内容，实用价值更高，并且，该实时临摹的方式按照书写图像的获取顺序依次进行临摹，从而准确临摹书法的笔画顺序，避免展示错误的书法书写方式。

附图说明

- [0017] 图1是本发明实施例的用于智能机器人的书法临摹方法的一流程示意图；
- [0018] 图2是本发明实施例过滤阴影噪声数据的示意图；
- [0019] 图3是本发明实施例利用图像识别模型提取目标图像特征的示意图；

- [0020] 图4是本发明实施例利用仿射变换方式调整倾斜字体的示意图；
- [0021] 图5是本发明实施例过滤椒盐噪声数据的示意图；
- [0022] 图6是本发明实施例的用于智能机器人的书法临摹装置的功能模块示意图；
- [0023] 图7是本发明实施例的计算机设备的结构示意图；
- [0024] 图8是本发明实施例的存储介质的结构示意图。

本发明的实施方式

- [0025] 下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅是本申请的一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。
- [0026] 本申请中的术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”、“第三”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。本申请的描述中，“多个”的含义是至少两个，例如两个，三个等，除非另有明确具体的限定。本申请实施例中所有方向性指示（诸如上、下、左、右、前、后……）仅用于解释在某一特定姿态（如附图所示）下各部件之间的相对位置关系、运动情况等，如果该特定姿态发生改变时，则该方向性指示也相应地随之改变。此外，术语“包括”和“具有”以及它们任何变形，意图在于覆盖不排他的包含。例如包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备没有限定于已列出的步骤或单元，而是可选地还包括没有列出的步骤或单元，或可选地还包括对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。
- [0027] 在本文中提及“实施例”意味着，结合实施例描述的特定特征、结构或特性可以包含在本申请的至少一个实施例中。在说明书中的各个位置出现该短语并不一定均是指相同的实施例，也不是与其它实施例互斥的独立的或备选的实施例。本领域技术人员显式地和隐式地理解的是，本文所描述的实施例可以与其它实施例相结合。

[0028] 图1是本发明实施例的用于智能机器人的书法临摹方法的流程示意图。需注意的是，若有实质上相同的结果，本发明的方法并不以图1所示的流程顺序为限。

如图1所示，该用于智能机器人的书法临摹方法包括步骤：

[0029] 步骤S101：利用预先设置的摄像头实时拍摄书法的书写过程，得到书写图像。

[0030] 需要说明的是，本实施例的目的在于实时临摹书法，因此，需要通过预先设置好的摄像头来拍摄书法的书写过程。进一步的，本实施例中，该摄像头可安装在手持终端或固定终端上，如手机、平板电脑、笔记本电脑等，该手持终端或固定终端可通过有线网络或无线网络与机器人通信连接，从而使得该实时临摹书法的过程能够远程实现，例如，书法家可通过手机拍摄书法的书写过程，并实时将拍摄过程发送至机器人，机器人根据书写过程进行实时临摹。

[0031] 步骤S102：利用预先训练好的图像识别模型，按获取顺序依次识别并分割每帧书写图像中书写书法的区域，得到目标特征图像。

[0032] 需要说明的是，摄像头在拍摄书法的书写过程时，其可能会拍摄到手部和笔，导致从书写图像中无法准确获取书法的特征，因此，本实施例中，在获取到书写图像后，将书写图像输入至预先训练好的图像识别模型，以识别图像中属于手部和笔的区域，以及属于书法书写的区域，再将书法书写的区域分割出来，得到包含书法的目标特征图像。其中，该图像识别模型基于深度神经网络实现，如卷积神经网络，通过利用预先标注的样本数据对图像识别模型进行迭代训练直至图像识别模型达到预设精度即可。

[0033] 具体地，本实施例将实时拍摄的连续帧书写图像按照获取顺序依次输入至图像识别模型中进行处理，得到连续帧目标特征图像。

[0034] 进一步的，步骤S102具体包括：

[0035] 1、将书写图像输入至预先训练好的图像识别模型，以识别书写图像中包括书写书法的第一区域、以及包括手部和笔的第二区域。

[0036] 具体地，将获取到的书写图像输入至图像识别模型，从而识别书写图像中的手部和笔对应的第二区域。

[0037] 进一步的，将书写图像输入至预先训练好的图像识别模型的步骤之前，还包括：基于第一预设方式过滤书写图像中的阴影噪声数据。

- [0038] 具体地，在使用摄像机对书法进行图像采集的过程通常会产生一些噪声干扰，其会影响到后续对书法临摹的准确性，为了避免书写图像中的阴影噪声影响图像识别模型的识别精度，本实施例中，在将书写图像输入至图像识别模型进行识别之前，对书写图像中的阴影噪声数据进行过滤。其中，该第一预设方式优选为图像二值化的方式，通过图像二值化的方式将书写图像中的阴影噪声过滤掉，具体可参阅图2中过滤阴影噪声数据的示例。
- [0039] 2、对书写图像中的第一区域和第二区域进行图像分割，再对第二区域进行掩膜叠加处理，得到第一特征图像。
- [0040] 3、基于图像二值化的方式，剔除第一特征图像中的第二区域，保留第一区域，得到目标特征图像。
- [0041] 具体地，如图3所示，本实施例对第一区域和和第二区域进行实例分割，再对第二区域进行掩膜叠加处理以对第一区域和第二区域进行区分，再根据预先设定的阈值对第一特征图像进行图像二值化处理，从而将第二区域中的手部和笔剔除，得到包括第一区域的目标特征图像。
- [0042] 进一步的，在得到目标特征图像之后，还包括：当目标特征图像中的文字倾斜时，基于仿射变换的方式将目标特征图像中倾斜文字的方向调整为预设方向。
- [0043] 具体地，摄像头在拍摄书法的书写过程时，其拍摄角度并不垂直，导致拍摄的文字呈现倾斜状，为了使得后续能够准确获取到书法的风格特征，如图4所示，本实施例在目标特征图像中的文字倾斜时，基于仿射变换的方式将目标特征图像中文字的方向调整为与摄像机拍摄角度垂直的角度。
- [0044] 步骤S103：依次从每帧目标特征图像中提取得到书法风格特征，并根据书法风格特征分析得到机器人末端执行器的运动轨迹的三维坐标。
- [0045] 具体地，该书法风格特征包括书法的笔画顺序、笔画的起始点等。在得到目标特征图像后，从该目标特征图像中提取得到书法风格特征，再根据书法风格特征分析得到机器人末端执行器的运动轨迹的三维坐标。
- [0046] 进一步的，步骤S103具体包括：
- [0047] 1、依次对每相邻两帧目标特征图像进行帧差法，得到每相邻两帧目标特征图像之间的书写轨迹图像。

- [0048] 具体地，本实施例采用帧差法对相邻两帧目标特征图像作差分运算，得到两帧目标特征图像之间书写轨迹的轮廓，并以该轮廓作为书写轨迹图像。
- [0049] 进一步的，得到每相邻两帧目标特征图像之间的书写轨迹图像的步骤之后，还包括：基于第二预设方式过滤书写轨迹图像中的椒盐噪声数据。
- [0050] 具体地，帧差法过程中会导致当前帧轨迹附近产生椒盐噪声，因此，本实施例利用第二预设方式过滤书写轨迹图像中的椒盐噪声数据。本实施例中，该第二预设方式为图像二值化，如图5所示，图5（A）为包括椒盐噪声数据的书写轨迹图像，图5（B）为过滤掉椒盐噪声数据的书写轨迹图像。
- [0051] 2、获取书写轨迹图像的中心点的坐标，得到X轴和Y轴方向上的坐标值。
- [0052] 具体地，在得到书写轨迹图像后，确认书写轨迹图像中书写轨迹的中心点，再获取该中心点对应的坐标。需要理解的是，相邻两帧图像之间的拍摄间隔极短，因此，相邻两帧图像之间的变化较小，本实施例构建环绕书写轨迹的最小圆环，再以该圆环的圆心作为该书写轨迹的中心点，再获取该中心点在预先构建的直角坐标系的坐标值。
- [0053] 3、计算书写轨迹图像中书写轨迹的面积。
- [0054] 具体地，本实施例在获取到书写轨迹图像后，计算该书写轨迹图像中书写轨迹的面积。
- [0055] 4、基于预设映射方式，根据面积映射得到机器人末端执行器在Z轴方向上的坐标值。
- [0056] 需要说明的是，控制机器人末端执行器进行运动的方式有多种，其中一种为根据用户输入的三维坐标进行运动学逆解，得到机器人机械臂的运动控制参数，再根据运动控制参数控制机器人运动。通常地，机器人书写字体的笔画粗细跟机器人机械臂在Z轴方向上的位移量相关，当机械臂带动毛笔向纸面方向移动的距离较大时，毛笔前端压迫在纸面的程度大，书写的笔画较粗；当机械臂带动毛笔向纸面方向移动的距离较小时，毛笔前端压迫在纸面的程度小，书写的笔画较细。基于此，本实施例预先构建书写轨迹的面积与机器人末端执行器在Z轴方向上的坐标值的映射关系，从而在获取到书写轨迹的面积后，根据面积映射得到机器人末端执行器在Z轴方向上的坐标值。

- [0057] 进一步的，预设映射方式表示为： $S=A \times z$ ，其中， S 表示面积， z 表示 Z 轴方向上的坐标值， A 表示预设参数，该预设参数可通过实验得到。
- [0058] 5、根据 X 轴和 Y 轴方向上的坐标值、 Z 轴方向上的坐标值得到三维坐标。
- [0059] 具体地，在得到 X 轴、 Y 轴、 Z 轴方向上的坐标值后，以 X 轴、 Y 轴、 Z 轴方向上的坐标值作为机器人末端执行器的三维坐标。
- [0060] 步骤S104：基于运动学逆解，依次根据每个三维坐标确定机器人机械臂的运动控制参数，并根据运动控制参数控制机器人临摹书法。
- [0061] 具体地，在得到机器人末端执行器后续运动轨迹的三维坐标后，根据三维坐标进行运动学逆解，得到机器人机械臂的运动控制参数，再根据运动控制参数控制机器人运动，以完成对书法的临摹。
- [0062] 本发明实施例的用于智能机器人的书法临摹方法通过实时拍摄书法书写过程的书写图像，再从连续的多帧书写图像中提取得到书法风格特征，再从书法风格特征中提取得到机器人末端执行器的运动轨迹的三维坐标，然后利用运动学逆解的方式，根据三维坐标实时控制机器人临摹出拍摄的书法，其能够对不同书法风格进行灵活展示，临摹方式不局限于机器人提前示教的内容，实用价值更高，并且，该实时临摹的方式按照书写图像的获取顺序依次进行临摹，从而准确临摹书法的笔画顺序，避免展示错误的书法书写方式。
- [0063] 图6是本发明实施例的用于智能机器人的书法临摹装置的功能模块示意图。如图6所示，该用于智能机器人的书法临摹装置20包括拍摄模块21、预处理模块22、提取模块23和控制模块24。
- [0064] 拍摄模块21，用于利用预先设置的摄像头实时拍摄书法的书写过程，得到书写图像；
- [0065] 预处理模块22，用于利用预先训练好的图像识别模型，按获取顺序依次识别并分割每帧书写图像中书写书法的区域，得到目标特征图像；
- [0066] 提取模块23，用于依次从每帧目标特征图像中提取得到书法风格特征，并根据书法风格特征分析得到机器人末端执行器的运动轨迹的三维坐标；
- [0067] 控制模块24，用于基于运动学逆解，依次根据每个三维坐标确定机器人机械臂的运动控制参数，并根据运动控制参数控制机器人临摹书法。

- [0068] 可选地，预处理模块22执行利用预先训练好的图像识别模型，按获取顺序依次识别并分割每帧书写图像中书写书法的区域，得到目标特征图像的操作，具体包括：将书写图像输入至预先训练好的图像识别模型，以识别书写图像中包括书写书法的第一区域、以及包括手部和笔的第二区域；对书写图像中的第一区域和第二区域进行图像分割，再对第二区域进行掩膜叠加处理，得到第一特征图像；基于图像二值化的方式，剔除第一特征图像中的第二区域，保留第一区域，得到目标特征图像。
- [0069] 可选地，预处理模块22执行将书写图像输入至预先训练好的图像识别模型的操作之前，还用于：基于第一预设方式过滤书写图像中的阴影噪声数据。
- [0070] 可选地，预处理模块22执行利用预先训练好的图像识别模型，按获取顺序依次识别并分割每帧书写图像中书写书法的区域，得到目标特征图像的操作，或执行基于图像二值化的方式，剔除第一特征图像中的第二区域，保留第一区域，得到目标特征图像的操作之后，还用于：当目标特征图像中的文字倾斜时，基于仿射变换的方式将目标特征图像中倾斜文字的方向调整为预设方向。
- [0071] 可选地，提取模块23执行依次从每帧目标特征图像中提取得到书法风格特征，并根据书法风格特征分析得到机器人末端执行器的运动轨迹的三维坐标的操作，具体包括：依次对每相邻两帧目标特征图像进行帧差法，得到每相邻两帧目标特征图像之间的书写轨迹图像；获取书写轨迹图像的中心点的坐标，得到X轴和Y轴方向上的坐标值；计算书写轨迹图像中书写轨迹的面积；基于预设映射方式，根据面积映射得到机器人末端执行器在Z轴方向上的坐标值；根据X轴和Y轴方向上的坐标值、Z轴方向上的坐标值得到三维坐标。
- [0072] 可选地，提取模块23执行得到每相邻两帧目标特征图像之间的书写轨迹图像的操作之后，还用于：基于第二预设方式过滤书写轨迹图像中的椒盐噪声数据。
- [0073] 可选地，预设映射方式表示为： $S=A \times z$ ，其中，S表示面积，z表示Z轴方向上的坐标值，A表示预设参数。
- [0074] 关于上述实施例用于智能机器人的书法临摹装置中各模块实现技术方案的其他细节，可参见上述实施例中的用于智能机器人的书法临摹方法中的描述，此处不再赘述。

- [0075] 需要说明的是，本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述，每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处，各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可。对于装置类实施例而言，由于其与方法实施例基本相似，所以描述的比较简单，相关之处参见方法实施例的部分说明即可。
- [0076] 请参阅图7，图7为本发明实施例的计算机设备的结构示意图。如图7所示，该计算机设备30包括处理器31及和处理器31耦接的存储器32，存储器32中存储有程序指令，程序指令被处理器31执行时，使得处理器31执行上述任一实施例所述的用于智能机器人的书法临摹方法步骤。
- [0077] 其中，处理器31还可以称为CPU（Central Processing Unit，中央处理单元）。处理器31可能是一种集成电路芯片，具有信号的处理能力。处理器31还可以是通用处理器、数字信号处理器（DSP）、专用集成电路（ASIC）、现场可编程门阵列（FPGA）或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。
- [0078] 参阅图8，图8为本发明实施例的存储介质的结构示意图。本发明实施例的存储介质存储有能够实现上述用于智能机器人的书法临摹方法的程序指令41，其中，该程序指令41可以以软件产品的形式存储在上述存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等）或处理器（processor）执行本申请各个实施方式所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U盘、移动硬盘、只读存储器（ROM，Read-Only Memory）、随机存取存储器（RAM，Random Access Memory）、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质，或者是计算机、服务器、手机、平板等计算机设备。
- [0079] 在本申请所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的计算机设备，装置和方法，可以通过其它的方式实现。例如，以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，例如，单元的划分，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式，例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统，或一些特征可以忽略，或不执行。另一点，所显示或讨论的相互之间的耦合或直接

耦合或通信连接可以通过一些接口，装置或单元的间接耦合或通信连接，可以是电性，机械或其它的形式。

[0080] 另外，在本发明各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能单元的形式实现。以上仅为本申请的实施方式，并非因此限制本申请的专利范围，凡是利用本申请说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换，或直接或间接运用在其他相关的技术领域，均同理包括在本申请的专利保护范围内。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种用于智能机器人的书法临摹方法，其特征在于，其包括：
利用预先设置的摄像头实时拍摄书法的书写过程，得到书写图像；
利用预先训练好的图像识别模型，按获取顺序依次识别并分割每帧书写图像中书写书法的区域，得到目标特征图像；
依次从每帧目标特征图像中提取得到书法风格特征，并根据所述书法风格特征分析得到机器人末端执行器的运动轨迹的三维坐标；
基于运动学逆解，依次根据每个三维坐标确定所述机器人机械臂的运动控制参数，并根据所述运动控制参数控制所述机器人临摹书法。
- [权利要求 2] 根据权利要求1所述的用于智能机器人的书法临摹方法，其特征在于，所述利用预先训练好的图像识别模型，按获取顺序依次识别并分割每帧书写图像中书写书法的区域，得到目标特征图像，包括：
将所述书写图像输入至所述预先训练好的图像识别模型，以识别所述书写图像中包括书写书法的第一区域、以及包括手部和笔的第二区域；
对所述书写图像中的所述第一区域和所述第二区域进行图像分割，再对所述第二区域进行掩膜叠加处理，得到第一特征图像；
基于图像二值化的方式，剔除所述第一特征图像中的所述第二区域，保留所述第一区域，得到目标特征图像。
- [权利要求 3] 根据权利要求2所述的用于智能机器人的书法临摹方法，其特征在于，所述将所述书写图像输入至所述预先训练好的图像识别模型之前，还包括：
基于第一预设方式过滤所述书写图像中的阴影噪声数据。
- [权利要求 4] 根据权利要求1或2所述的用于智能机器人的书法临摹方法，其特征在于，所述得到目标特征图像之后，还包括：
当所述目标特征图像中的文字倾斜时，基于仿射变换的方式将所述目标特征图像中倾斜文字的方向调整为预设方向。

- [权利要求 5] 根据权利要求1所述的用于智能机器人的书法临摹方法，其特征在于，所述依次从每帧目标特征图像中提取得到书法风格特征，并根据所述书法风格特征分析得到机器人末端执行器的运动轨迹的三维坐标，包括：
- 依次对每相邻两帧目标特征图像进行帧差法，得到每相邻两帧目标特征图像之间的书写轨迹图像；
- 获取所述书写轨迹图像的中心点的坐标，得到X轴和Y轴方向上的坐标值；
- 计算所述书写轨迹图像中书写轨迹的面积；
- 基于预设映射方式，根据所述面积映射得到所述机器人末端执行器在Z轴方向上的坐标值；
- 根据所述X轴和Y轴方向上的坐标值、所述Z轴方向上的坐标值得到所述三维坐标。
- [权利要求 6] 根据权利要求5所述的用于智能机器人的书法临摹方法，其特征在于，所述得到每相邻两帧目标特征图像之间的书写轨迹图像之后，还包括：
- 基于第二预设方式过滤所述书写轨迹图像中的椒盐噪声数据。
- [权利要求 7] 根据权利要求5所述的用于智能机器人的书法临摹方法，其特征在于，所述预设映射方式表示为： $S=A \times z$ ，其中，S表示所述面积，z表示所述Z轴方向上的坐标值，A表示预设参数。
- [权利要求 8] 一种用于智能机器人的书法临摹装置，其特征在于，其包括：
- 拍摄模块，用于利用预先设置的摄像头实时拍摄书法的书写过程，得到书写图像；
- 预处理模块，用于利用预先训练好的图像识别模型，按获取顺序依次识别并分割每帧书写图像中书写书法的区域，得到目标特征图像；

提取模块，用于依次从每帧目标特征图像中提取得到书法风格特征，并根据所述书法风格特征分析得到机器人末端执行器的运动轨迹的三维坐标；

控制模块，用于基于运动学逆解，依次根据每个三维坐标确定所述机器人机械臂的运动控制参数，并根据所述运动控制参数控制所述机器人临摹书法。

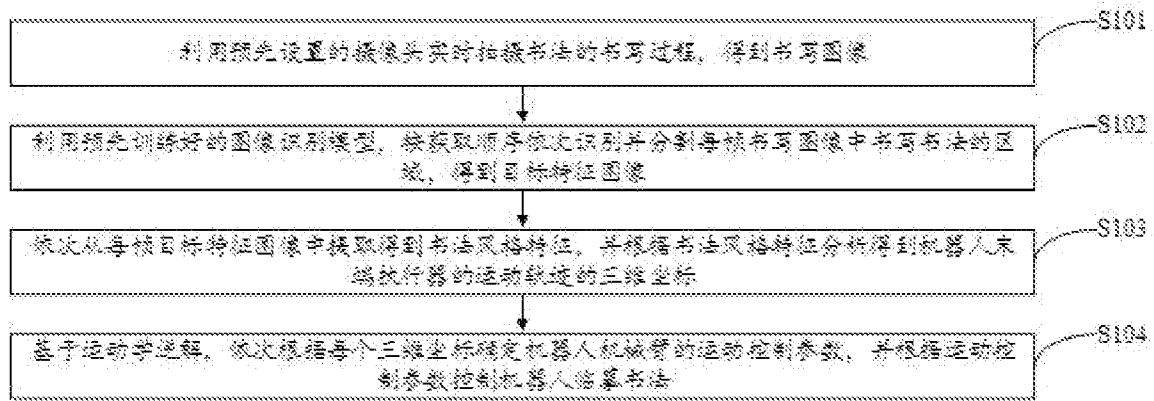
[权利要求 9]

一种计算机设备，其特征在于，所述计算机设备包括处理器、与所述处理器耦接的存储器，所述存储器中存储有程序指令，所述程序指令被所述处理器执行时，使得所述处理器执行如权利要求1-7中任一项权利要求所述的用于智能机器人的书法临摹方法的步骤。

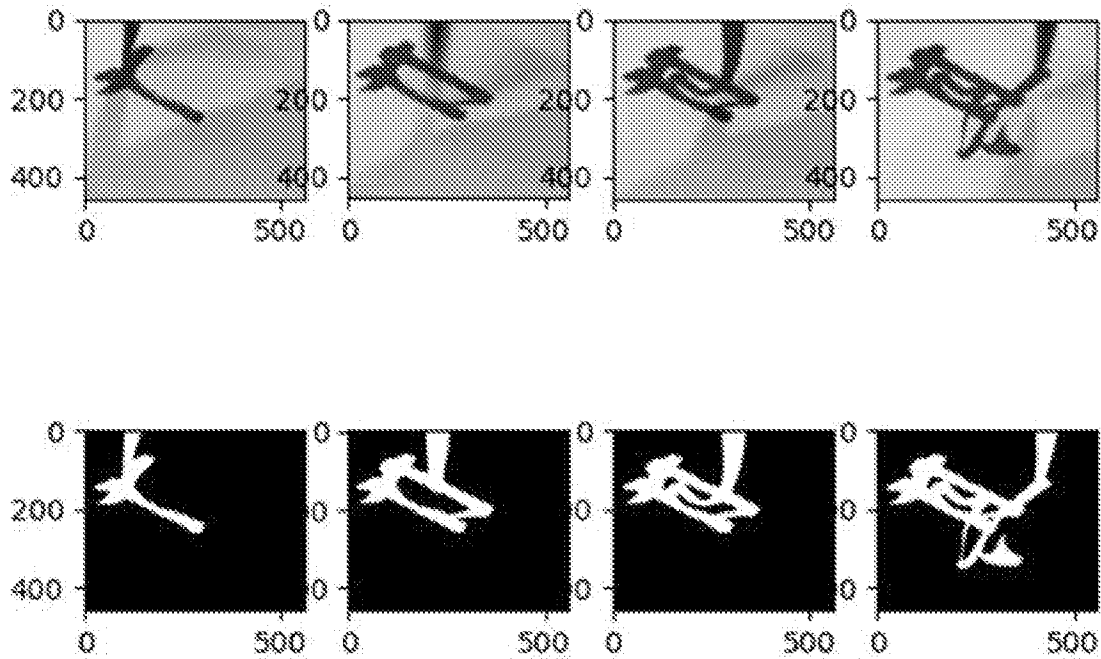
[权利要求 10]

一种存储介质，其特征在于，存储有能够实现如权利要求1-7中任一项所述的用于智能机器人的书法临摹方法的程序指令。

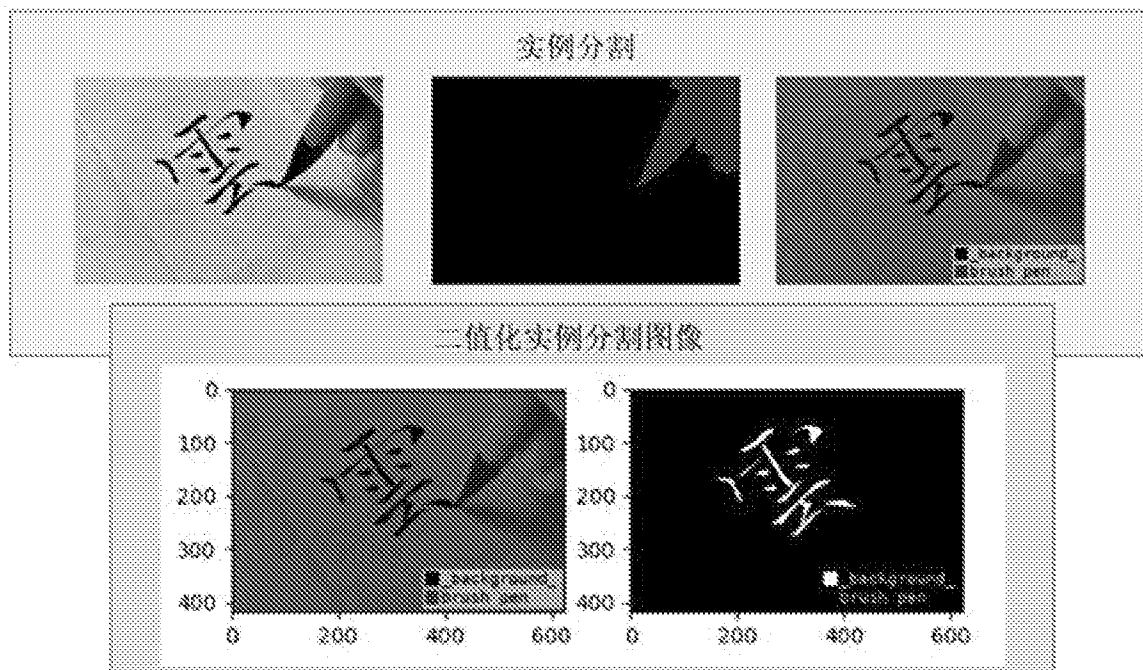
[图1]



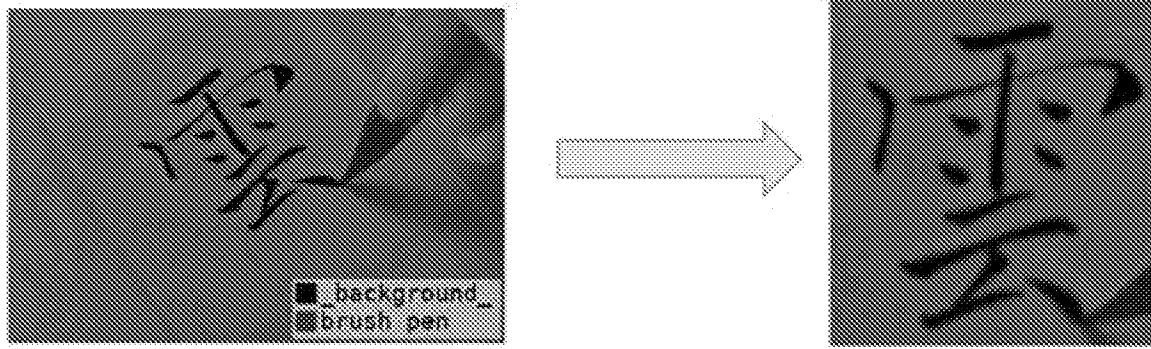
[图2]



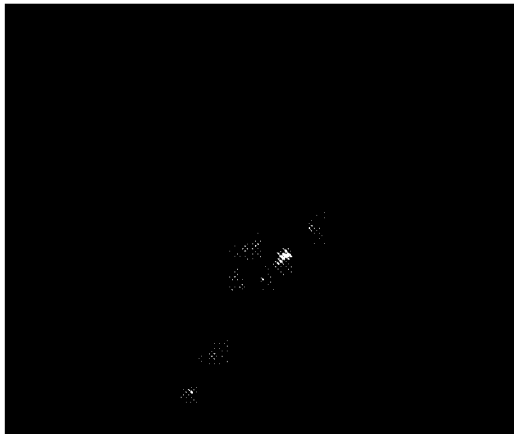
[图3]



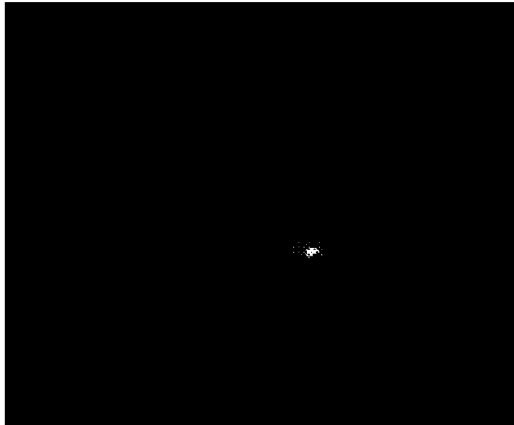
[图4]



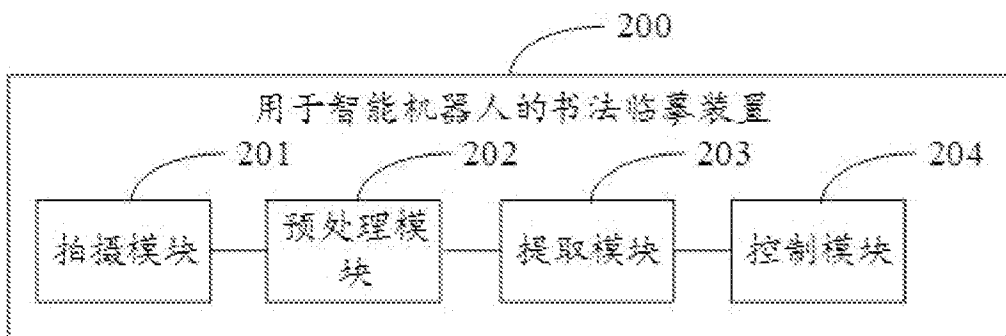
[图AB]



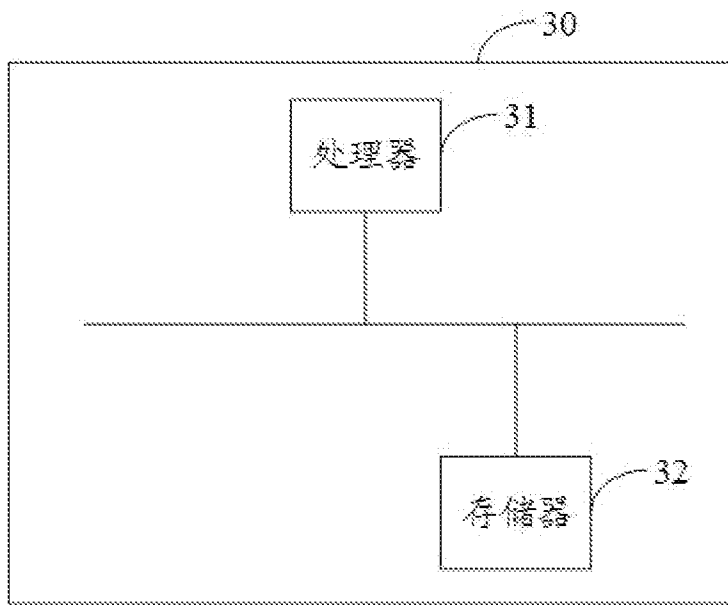
[图AB]



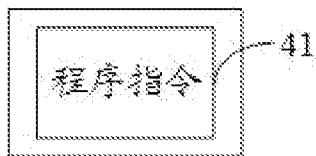
[图6]



[图7]



[图8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/137196

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G06T 5/00(2024.01)i; G06N 3/04(2023.01)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) IPC:G06T,G06N 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) CNTXT, ENTXTC, ENTXT, DWPI: 书法, 临摹, 轨迹, 坐标, 三维, 宽度, 面积, 掩膜, 视频, 帧, 识别, book, trace, coordinates, three dimensions, width, area, mask, video, frame, identification		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 111152234 A (SHENZHEN YUEJIANG TECHNOLOGY CO., LTD.) 15 May 2020 (2020-05-15) description, paragraphs 2-147	1-10
Y	CN 108764070 A (NORTHWEST UNIVERSITY) 06 November 2018 (2018-11-06) description, paragraphs 4-34	1-10
Y	CN 111950514 A (CHONGQING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS) 17 November 2020 (2020-11-17) claim 7	2-3
Y	CN 113408418 A (XIDIAN UNIVERSITY) 17 September 2021 (2021-09-17) description, paragraphs 73-74	4, 6
A	CN 109664300 A (XIANGTAN UNIVERSITY) 23 April 2019 (2019-04-23) entire document	1-10
A	US 2021012540 A1 (BOE TECHNOLOGY GROUP CO., LTD.) 14 January 2021 (2021-01-14) 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 “D” document cited by the applicant in the international application “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 08 February 2024		Date of mailing of the international search report 26 February 2024
Name and mailing address of the ISA/CN China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2023/137196

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	111152234	A	15 May 2020	None			
CN	108764070	A	06 November 2018	None			
CN	111950514	A	17 November 2020	None			
CN	113408418	A	17 September 2021	None			
CN	109664300	A	23 April 2019	None			
US	2021012540	A1	14 January 2021	WO	2018201716	A1	08 November 2018

A. 主题的分类

G06T 5/00(2024.01)i; G06N 3/04(2023.01)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)

IPC:G06T,G06N

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))

CNTEXT,ENTXTC,ENTXT,DWPI:书法,临摹,轨迹,坐标,三维,宽度,面积,掩膜,视频,帧,识别,book, trace, coordinates, three dimensions, width, area, mask, video, frame, identification

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 111152234 A (深圳市越疆科技有限公司) 2020年5月15日 (2020 - 05 - 15) 说明书第2-147段	1-10
Y	CN 108764070 A (西北大学) 2018年11月6日 (2018 - 11 - 06) 说明书第4-34段	1-10
Y	CN 111950514 A (重庆邮电大学) 2020年11月17日 (2020 - 11 - 17) 权利要求7	2-3
Y	CN 113408418 A (西安电子科技大学) 2021年9月17日 (2021 - 09 - 17) 说明书第73-74段	4,6
A	CN 109664300 A (湘潭大学) 2019年4月23日 (2019 - 04 - 23) 全文	1-10
A	US 2021012540 A1 (BOE TECHNOLOGY GROUP CO., LTD.) 2021年1月14日 (2021 - 01 - 14) 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

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“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

2024年2月8日

国际检索报告邮寄日期

2024年2月26日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

于雷

电话号码 (+86) 010-53961719

PCT/ISA/210 表(第2页) (2022年7月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2023/137196

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	111152234	A	2020年5月15日	无			
CN	108764070	A	2018年11月6日	无			
CN	111950514	A	2020年11月17日	无			
CN	113408418	A	2021年9月17日	无			
CN	109664300	A	2019年4月23日	无			
US	2021012540	A1	2021年1月14日	WO	2018201716	A1	2018年11月8日