

(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



(10) 国际公布号

WO 2021/259151 A1

(43) 国际公布日
2021 年 12 月 30 日 (30.12.2021)

(51) 国际专利分类号:
G06T 7/80 (2017.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/100796

(22) 国际申请日: 2021 年 6 月 18 日 (18.06.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202010590850.7 2020 年 6 月 24 日 (24.06.2020) CN

(71) 申请人: 深圳市道通科技股份有限公司(AUTEL INTELLIGENT TECHNOLOGY CORP., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区西丽街道学苑大道 1001 号智园 B1 栋 7、8、10 层, Guangdong 518055 (CN)。

(72) 发明人: 王维林(WANG, Weilin); 中国广东省深圳市南山区西丽街道学苑大道 1001 号智园 B1 栋 7、8、10 层, Guangdong 518055 (CN)。

(74) 代理人: 北京安信方达知识产权代理有限公司(AFD CHINA INTELLECTUAL PROPERTY LAW OFFICE); 中国北京市海淀区学清路 38 号(B 座)21 层 2108, Beijing 100083 (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,

(54) Title: CALIBRATION METHOD AND APPARATUS FOR LASER CALIBRATION SYSTEM, AND LASER CALIBRATION SYSTEM

(54) 发明名称: 一种激光标定系统的标定方法、装置以及激光标定系统

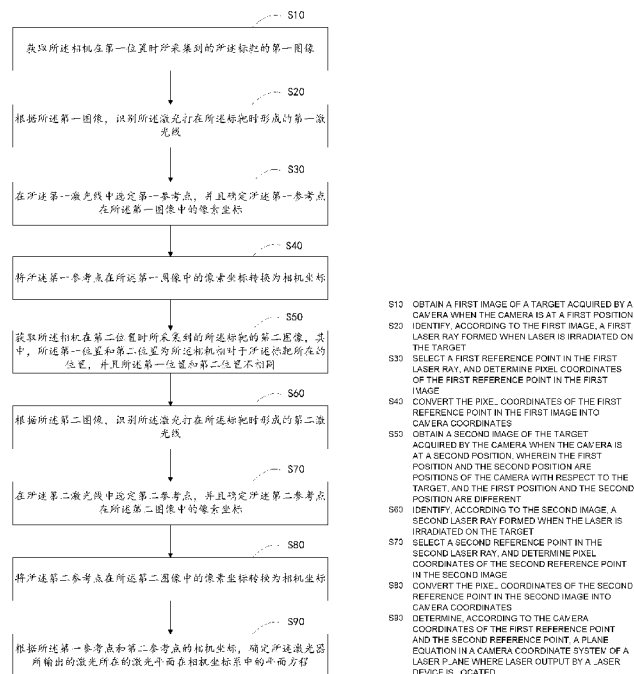


图 3

(57) Abstract: Embodiments of the present invention relate to the technical field of laser calibration, and in particular to a calibration method and apparatus for a laser calibration system and a laser calibration system. The calibration method for a laser calibration system comprises: obtaining a first image of a target when a camera is at a first position; identifying a first laser ray when laser is irradiated on the target; selecting a first reference point in the first laser ray, determining pixel coordinates of the first reference point and converting same into camera coordinates; obtaining a second image of the target when the camera is at a second position, wherein the first position

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, 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)。

根据细则4.17的声明:

- 关于申请人有权申请并被授予专利(细则4.17(ii))
- 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

and the second position are positions of the camera with respect to the target, and the first position and the second position are different; identifying a second laser ray when the laser is irradiated on the target; selecting a second reference point in the second laser ray, determining pixel coordinates of the second reference point and converting same into camera coordinates; and determining a plane equation of a laser plane according to the camera coordinates of the first reference point and the second reference point. The method implements the calibration of a laser calibration system, and is quite convenient and fast.

(57) 摘要: 本发明实施例涉及激光标定技术领域, 特别是涉及一种激光标定系统的标定方法、装置以及激光标定系统。激光标定系统的标定方法包括: 获取相机在第一位置时标靶的第一图像; 识别激光打在标靶时的第一激光线; 在第一激光线中选定第一参考点, 确定第一参考点的像素坐标并转换为相机坐标; 获取相机在第二位置时标靶的第二图像, 其中, 第一位置和第二位置为相机相对于标靶所在的位置, 并且第一位置和第二位置不相同; 识别激光打在标靶时的第二激光线; 在第二激光线中选定第二参考点, 确定第二参考点的像素坐标并转换为相机坐标; 根据第一参考点和第二参考点的相机坐标, 确定激光平面的平面方程。通过上述方法实现对激光标定系统的标定, 非常方便快捷。

一种激光标定系统的标定方法、装置以及激光标定系统

本申请要求于 2020 年 6 月 24 日提交中国专利局、申请号为 202010590850.7、申请名称为“一种激光标定系统的标定方法、装置以及激光标定系统”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及激光标定技术领域，特别是涉及一种激光标定系统的标定方法、装置以及激光标定系统。

背景技术

在工业深度测量领域中，根据三角测量原理，用包括激光器和相机在内的激光测量设备对目标物体的深度信息进行测量，进行三维重构应用非常广泛。在工厂生产中，激光器和相机的安装位置有一定的公差，即使实验室对产品已经做了标定，由于公差和器件个体差异的存在，出厂前，激光测量设备必须进行重新标定。其中，激光器和相机的相对位置固定，激光平面在相机坐标系中的位置由激光平面方程表示，该激光平面方程的参数由激光在标定台上形成的激光线上的激光平面确定，因此对激光平面的标定尤为重要。

但是，本发明的发明人在实现本发明实施例的过程中，发现：目前是采用手工标定的方法对激光平面进行标定的，手工标定的标定时间长且操作复杂，很难适用于工厂大批量生产。

发明内容

鉴于上述问题，本发明实施例提供了一种激光标定系统的标定方法、装置以及激光标定系统，克服了上述问题或者至少部分地解决了上述问题。

根据本发明实施例的一个方面，提供了一种激光标定系统的标定方法，包括：获取所述相机在第一位置时所采集到的所述标靶的第一图像；根据所述第一图像，识别所述激光打在所述标靶时形成的第一激光线；在所述第一激光线中选定第一参考点，并且确定所述第一参考点在所述第一图像中的像素坐标；将所述第一参考点在所述第一图像中的像素坐标转换为相机坐标；获取所述相机在第二位置时所采集到的所述标靶的第二图像，其中，所述第一位置和第二位置为所述相机相对于所述标靶所在的位置，并且所述第一位置和第二位置不相同；根据所述第二图像，识别所述激光打在所述标靶时形成的第二激光线；在所述第二激光线中选定第二参考点，并且确定所述第二参考点在所述第二图像中的像素坐标；将所述第二参考点在所述第二图像中的像素坐标转换为相机坐标；根据所述第一参考点和第二参考点的相机坐标，确定所述激光器所输出的激光所在的激光平面在相机坐标系中的平面方程。

可选的，所述将所述第一参考点在所述第一图像中的像素坐标转换为相机

坐标的步骤,进一步包括:获取所述相机在所述第一位置时的第一转换矩阵;根据所述第一转换矩阵和所述第一参考点在所述第一图像中的像素坐标,计算所述第一参考点的相机坐标;所述将所述第二参考点在所述第二图像中的像素坐标转换为相机坐标的步骤,进一步包括:获取所述相机在第二位置时的第二转换矩阵,其中,所述第一转换矩阵和第二转换矩阵用于将像素坐标转换为相机坐标;根据所述第二转换矩阵和所述第二参考点在所述第二图像中的像素坐标,计算所述第二参考点的相机坐标。

可选的,所述获取所述相机在所述第一位置时的第一转换矩阵的步骤,进一步包括:获取所述标靶上设置的多个标定点在所述第一图像中的像素坐标;根据所述多个标定点在第一图像中的像素坐标,获取所述多个标定点对应的第一相机坐标;获取所述相机在所述第一位置时所述多个标定点的第二世界坐标;根据所述多个标定点在所述第一图像中的像素坐标、第二世界坐标以及第一相机坐标,确定所述第一转换矩阵。

可选的,所述第一转换矩阵包括相机的内参矩阵 A 和第一外参矩阵 V_1 ,所述第一外参矩阵 V_1 包括第一旋转矩阵 R_1 和第一转移向量 T_1 ,所述根据所述多个标定点在所述第一图像的像素坐标、第二世界坐标以及第一相机坐标,确定所述第一转换矩阵的计算公式如下:

$$z_1 \begin{pmatrix} u_1 \\ v_1 \\ 1 \end{pmatrix} = A(R_1)(T_1) \begin{pmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ Z_1 \\ 1 \end{pmatrix} = A \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \end{pmatrix}$$

所述 (u_1, v_1) 为所述多个标定点在所述第一图像中的像素坐标,所述 (X_1, Y_1, Z_1) 为所述多个标定点的第二世界坐标,所述 (x_1, y_1, z_1) 为所述多个标定点的第二相机坐标,其中,所述内参矩阵 A 为已知数。

可选的,所述在所述第一激光线中选定第一参考点,并且确定所述第一参考点在所述第一图像中的像素坐标的步骤,进一步包括:从所述第一激光线选取至少两个第一拟合点,并且获取所述至少两个第一拟合点在所述第一图像中的像素坐标;根据所述至少两个第一拟合点在所述第一图像中的像素坐标,拟合所述第一激光线的像素直线方程;获取所述标靶上设置的多个标定点在所述第一图像中的像素坐标;根据所述多个标定点在所述第一图像中的像素坐标,拟合第一靶线的像素直线方程,其中,所述第一靶线是由所述多个标定点中至少两个标定点点连接而成,并且所述第一靶线与所述第一激光线相交;将所述第一靶线与所述第一激光线的交点作为所述第一参考点,并且根据所述第一激光线的像素直线方程和第一靶线的像素直线方程,计算所述第一参考点在所述第一图像的像素坐标。

可选的,所述获取所述相机在所述第二位置时的第二转换矩阵,其中,所述第一转换矩阵和第二转换矩阵用于将像素坐标转换为相机坐标的步骤,进一步包括:获取所述标靶上设置的多个标定点在所述第二图像中的像素坐标;根据所述多个标定点在第二图像中的像素坐标,获取所述多个标定点对应的第二

相机坐标；获取所述相机在所述第二位置时所述多个标定点的第二世界坐标；根据所述多个标定点在所述第二图像中的像素坐标、第二世界坐标以及第二相机坐标，确定所述第二转换矩阵。

可选的，所述第二转换矩阵包括相机的内参矩阵 A 和第二外参矩阵 V_2 ，所述第二外参矩阵 V_2 包括第二旋转矩阵 R_2 和第二转移向量 T_2 ，所述根据所述多个标定点在所述第二图像的像素坐标、第二世界坐标以及第二相机坐标，确定所述第二转换矩阵的计算公式如下：

$$z_2 \begin{pmatrix} u_2 \\ v_2 \\ 1 \end{pmatrix} = A(R_2)(T_2) \begin{pmatrix} X_2 \\ Y_2 \\ Z_2 \\ 1 \end{pmatrix} = A \begin{pmatrix} x_2 \\ y_2 \\ z_2 \end{pmatrix}$$

所述 (u_2, v_2) 为所述多个标定点在所述第二图像中的像素坐标，所述 (X_2, Y_2, Z_2) 为所述多个标定点的第二世界坐标，所述 (x_2, y_2, z_2) 为所述多个标定点的第二相机坐标，其中，所述内参矩阵 A 为已知数。

可选的，所述在所述第二激光线中选定第二参考点，并且确定所述第二参考点在所述第二图像中的像素坐标的步骤，进一步包括：从所述第二激光线选取至少两个第二拟合点，并且获取所述至少两个第二拟合点在所述第二图像中的像素坐标；根据所述至少两个第二拟合点在所述第二图像中的像素坐标，拟合所述第二激光线的像素直线方程；获取所述标靶上设置的多个标定点在所述第二图像中的像素坐标；根据所述多个标定点在所述第二图像中的像素坐标，拟合第二靶线的像素直线方程，其中，所述第二靶线是由所述多个标定点中至少两个标定点连接而成，并且所述第二靶线与所述第二激光线相交；将所述第二靶线与所述第二激光线的交点作为所述第二参考点，并且根据所述第二激光线的像素直线方程和第二靶线的像素直线方程，计算所述第二参考点在所述第二图像的像素坐标。

根据本发明实施例的一个方面，提供了一种激光标定系统的标定装置，其特征在于，包括：第一获取模块，用于获取所述相机在第一位置时所采集到的所述标靶的第一图像；第一识别模块，用于根据所述第一图像，识别所述激光打在所述标靶时形成的第一激光线；第一确定模块，用于在所述第一激光线中选定第一参考点，并且确定所述第一参考点在所述第一图像中的像素坐标；第一转换模块，用于将所述第一参考点在所述第一图像中的像素坐标转换为相机坐标；第二获取模块，用于获取所述相机在第二位置时所采集到的所述标靶的第二图像，其中，所述第一位置和第二位置为所述相机相对于所述标靶所在的位置，并且所述第一位置和第二位置不相同；第二识别模块，用于根据所述第二图像，识别所述激光打在所述标靶时形成的第二激光线；第二确定模块，用于在所述第二激光线中选定第二参考点，并且确定所述第二参考点在所述第二图像中的像素坐标；第二转换模块，用于将所述第二参考点在所述第二图像中的像素坐标转换为相机坐标；第三确定模块，用于根据所述第一参考点和第二

参考点的相机坐标,确定所述激光器所输出的激光所在的激光平面在相机坐标系中的平面方程。

可选的,所述第一转换模块包括:第一获取单元,用于获取所述相机在所述第一位置时的第一转换矩阵;第一计算单元,用于根据所述第一转换矩阵和所述第一参考点在所述第一图像中的像素坐标,计算所述第一参考点的相机坐标;第二转换模块包括:第二获取单元,获取所述相机在第二位置时的第二转换矩阵,其中,所述第一转换矩阵和第二转换矩阵用于将像素坐标转换为相机坐标;第二计算单元,根据所述第二转换矩阵和所述第二参考点在所述第二图像中的像素坐标,计算所述第二参考点的相机坐标。

可选的,所述第一获取单元具体用于:获取所述标靶上设置的多个标定点在所述第一图像中的像素坐标;根据所述多个标定点在第一图像中的像素坐标,获取所述多个标定点对应的第一相机坐标;获取所述相机在所述第一位置时所述多个标定点的第二世界坐标;根据所述多个标定点在所述第一图像中的像素坐标、第二世界坐标以及第一相机坐标,确定所述第一转换矩阵。

可选的,所述第一转换矩阵包括相机的内参矩阵 A 和第一外参矩阵 V_1 ,所述第一外参矩阵 V_1 包括第一旋转矩阵 R_1 和第一转移向量 T_1 ,所述根据所述多个标定点在所述第一图像的像素坐标、第二世界坐标以及第一相机坐标,确定所述第一转换矩阵的计算公式如下:

$$z_1 \begin{pmatrix} u_1 \\ v_1 \\ 1 \end{pmatrix} = A(R_1)(T_1) \begin{pmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ Z_1 \\ 1 \end{pmatrix} = A \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \end{pmatrix}$$

所述 (u_1, v_1) 为所述多个标定点在所述第一图像中的像素坐标,所述 (X_1, Y_1, Z_1) 为所述多个标定点的第二世界坐标,所述 (x_1, y_1, z_1) 为所述多个标定点的第三相机坐标,其中,所述内参矩阵 A 为已知数。

可选的,所述第一确定模块包括:第三获取单元,用于从所述第一激光线选取至少两个第一拟合点,并且获取所述至少两个第一拟合点在所述第一图像中的像素坐标;第一拟合单元,用于根据所述至少两个第一拟合点在所述第一图像中的像素坐标,拟合所述第一激光线的像素直线方程;第四获取单元,用于获取所述标靶上设置的多个标定点在所述第一图像中的像素坐标;第二拟合单元,用于根据所述多个标定点在所述第一图像中的像素坐标,拟合第一靶线的像素直线方程,其中,所述第一靶线是由所述多个标定点中至少两个标定点连接而成,并且所述第一靶线与所述第一激光线相交;第三计算单元,用于将所述第一靶线与所述第一激光线的交点作为所述第一参考点,并且根据所述第一激光线的像素直线方程和第一靶线的像素直线方程,计算所述第一参考点在所述第一图像的像素坐标。

可选的,所述第二获取单元包括:获取所述标靶上设置的多个标定点在所述第二图像中的像素坐标;根据所述多个标定点在第二图像中的像素坐标,获

取所述多个标定点对应的第二相机坐标；获取所述相机在所述第二位置时所述多个标定点的第二世界坐标；根据所述多个标定点在所述第二图像中的像素坐标、第二世界坐标以及第二相机坐标，确定所述第二转换矩阵。

可选的，所述第二转换矩阵包括相机的内参矩阵 A 和第二外参矩阵 V_2 ，所述第二外参矩阵 V_2 包括第二旋转矩阵 R_2 和第二转移向量 T_2 ，所述根据所述多个标定点在所述第二图像的像素坐标、第二世界坐标以及第二相机坐标，确定所述第二转换矩阵的计算公式如下：

$$z_2 \begin{pmatrix} u_2 \\ v_2 \\ 1 \end{pmatrix} = A(R_2)(T_2) \begin{pmatrix} X_2 \\ Y_2 \\ Z_2 \\ 1 \end{pmatrix} = A \begin{pmatrix} x_2 \\ y_2 \\ z_2 \end{pmatrix}$$

所述 (u_2, v_2) 为所述多个标定点在所述第二图像中的像素坐标，所述 (X_2, Y_2, Z_2) 为所述多个标定点的第二世界坐标，所述 (x_2, y_2, z_2) 为所述多个标定点的第二相机坐标，其中，所述内参矩阵 A 为已知数。

可选的，所述第二确定模块包括：第五获取单元，用于从所述第二激光线选取至少两个第二拟合点，并且获取所述至少两个第二拟合点在所述第二图像中的像素坐标；第三拟合单元，用于根据所述至少两个第二拟合点在所述第二图像中的像素坐标，拟合所述第二激光线的像素直线方程；第六获取单元，用于获取所述标靶上设置的多个标定点在所述第二图像中的像素坐标；第四拟合单元，用于根据所述多个标定点在所述第二图像中的像素坐标，拟合第二靶线的像素直线方程，其中，所述第二靶线是由所述多个标定点中至少两个标定点连接而成，并且所述第二靶线与所述第二激光线相交；第四计算单元，用于将所述第二靶线与所述第二激光线的交点作为所述第二参考点，并且根据所述第二激光线的像素直线方程和第二靶线的像素直线方程，计算所述第二参考点在所述第二图像的像素坐标。

根据本发明实施例的一个方面，提供了一种激光标定系统，包括：标靶；支架；激光器，固定于所述支架上，所述激光器所输出的激光打在所述标靶；相机，固定于所述支架上，所述相机用于拍摄所述标靶的图像；控制器，包括至少一个处理器以及存储器，所述存储器和相机均与所述至少一个处理器通信连接，所述存储器存储有可被所述至少一个处理器执行的指令，所述指令被所述至少一个处理器执行，以使所述至少一个处理器能够执行上述激光标定系统的标定方法。

可选的，所述激光标定系统还包括补光灯和滤波片；所述补光灯固定于所述支架，所述补光灯用于向所述标靶输出照明光源，所述滤波片设置于所述相机的取景镜头上，其中，所述滤波片允许通过的光源的波长与所述补光灯所输出的照明光源的波长相同。

可选的，所述标靶上涂覆有反光材料。

可选的所述标靶划分若干标定点和背景区，其中，所述若干标定点和背景

区的颜色不相同,所述反光材料涂覆于所述背景区。

可选的,所述激光标定系统还包括基台和位姿调整装置;所述标靶和位姿调整装置均设置于所述基台上,所述支架设置于所述位姿调整装置上,所述位姿调整装置用于调整所述支架的位置,以调整所述相机相对于所述标靶所在的位置。

可选的,所述位姿调整装置包括固定座和若干垫片;所述若干垫片叠置于所述基台上,所述固定座设置于所述若干垫片上,所述固定座设置有固定槽,所述支架的一端插接于所述固定槽内。

本发明实施例的有益效果是:区别于现有的激光标定系统的标定方法,本发明实施例通过获取所述相机在第一位置时所采集到的所述标靶的第一图像;根据所述第一图像,识别所述激光打在所述标靶时形成的第一激光线;在所述第一激光线中选定第一参考点,并且确定所述第一参考点在所述第一图像中的像素坐标;将所述第一参考点在所述第一图像中的像素坐标转换为相机坐标;获取所述相机在第二位置时所采集到的所述标靶的第二图像,其中,所述第一位置和第二位置为所述相机相对于所述标靶所在的位置,并且所述第一位置和第二位置不相同;根据所述第二图像,识别所述激光打在所述标靶时形成的第二激光线;在所述第二激光线中选定第二参考点,并且确定所述第二参考点在所述第二图像中的像素坐标;将所述第二参考点在所述第二图像中的像素坐标转换为相机坐标;根据所述第一参考点和第二参考点的相机坐标,确定所述激光器所输出的激光所在的激光平面在相机坐标系中的平面方程实现对所述激光标定系统的标定,非常方便快捷。

附图说明

一个或多个实施例通过与之对应的附图中的图片进行示例性说明,这些示例性说明并不构成对实施例的限定,附图中具有相同参考数字标号的元件表示为类似的元件,除非有特别申明,附图中的图不构成比例限制。

图1是本发明实施例提供的一种激光标定系统的示意图;

图2是本发明实施例提供的一种激光标定系统的各部件连接关系示意图;

图3是本发明实施例提供的一种激光标定系统的标定方法的流程示意图;

图4是本发明实施例提供的一种确定所述第一参考点在所述第一图像中的像素坐标的流程示意图;

图5是本发明实施例提供的标靶的示意图;

图6是本发明实施例提供的一种将所述第一参考点在所述第一图像中的像素坐标转换为相机坐标的流程示意图;

图7是本发明实施例提供的一种确定所述第二参考点在所述第二图像中的像素坐标的流程示意图;

图8是本发明实施例提供的一种将所述第二参考点在所述第二图像中的像素坐标转换为相机坐标的流程示意图;

图 9 是本发明实施例提供的一种激光标定系统的标定装置的示意图；

图 10 是本发明实施例提供的执行激光标定系统的标定方法的控制器的硬件结构示意图。

具体实施方式

为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

请参阅图 1 和图 2，激光标定系统 100 包括标靶 101、支架 102、激光器 103、相机 104、控制器 105、补光灯 106、滤光片 107、基台 108 以及位姿调整装置 109。所述激光器 103、相机 104 和补光灯 106 固定于所述支架 102 上，所述滤光片 107 设置于所述相机 104 的取景镜头上，所述滤光片 107 用于过滤进入所述相机 104 的光。所述激光器 103 所输出的激光打在所述标靶 101。所述标靶 101 和位姿调整装置 109 均设置于所述基台 108 上，所述支架 102 设置于所述位姿调整装置 109 上，所述位姿调整装置 109 用于调整所述支架 102 的位置，以调整所述相机 104 和激光器 103 相对于所述标靶 101 所在的位置。所述控制器 105 分别与所述激光器 103、相机 104、补光灯 106 和滤光片 107 连接，所述控制器 105 用于控制所述激光器 103、相机 104、补光灯 106 和滤光片 107 开启或关闭以及控制所述相机 104 拍摄所述标靶 101 的图像。

对于上述标靶 101，标靶 101 划分若干标定点 1011 和背景区 1012，其中，所述若干标定点 1011 和背景区 1012 的颜色不相同，例如，所述若干标定点 1011 为黑色，则所述背景区 1012 为白色，或者所述若干标定点 1011 为白色，则所述背景区 1012 为黑色等等。在一些实施例中，所述背景区 1012 还可以涂覆反光材料，以增加背景区 1012 的反光功能，而标定点 1011 的反光功能弱于背景区 1012 的反光功能，使得标定点 1011 和背景区 1012 在相机中的成像区别更大，从而使得相机获得高质量的标靶 101 图像。

对于上述激光器 103 和相机 104，由于激光器 103 和相机 104 均固定于支架 102，激光器 103 和相机 104 的位置相对固定，当支架 102 移动时，相机 104 和激光器 103 同步移动。由于所述相机 104 和激光器 103 同步移动，因此，所述激光器 103 在相机 104 的相机坐标系中的位置不会变化，同理的，所述激光器 103 所输出的激光平面在相机坐标系的位置也不会变化。

值得说明的是：所述相机 104 的拍摄方向与所述激光器 103 所输出的激光所在的激光平面成固定夹角，可选的，该固定夹角范围为 25-30 度。当所述支架 102 在垂直方向运动时，所述标靶 101 与激光器 103 所输出的激光平面相交的交线的位置不相同，同样的，当所述标靶 101 在垂直方向运动时，所述标靶 101 与激光器 103 所输出的激光平面相交的交线的位置也不相同，因此，可以通过在垂直方向上移动所述支架，或者，在垂直方向上移动所述标靶 101，来寻找激光平面与所述标靶 101 的不同交线，并且获取该交线在相机坐标系中的

位置,然后根据交线的位置确定激光平面在相机坐标系中的参数,从而实现定标。

对于上述补光灯 106 和滤光片 107,补光灯 106 用于向所述标靶 101 输出照明光源,滤光片 107 用于过滤进入相机 104 的光源。在一些实施例中,所述滤光片 107 允许通过的光源的波长与所述补光灯 106 所输出的照明光源和激光器所输出的激光的波长相同,使得只有所述补光灯 106 和激光器 103 所发出的光经过标靶 101 反射和散射后进入相机 104,从而过滤掉环境其它干扰光,避免环境光对相机的成像产生影响,从而使得相机 104 获取到高质量的标靶图像。

在一些实施例中,为了实现相机 104 获得高质量的图像,可先关闭所述补光灯 106,当所述标靶 101 上的标定点 1011 在相机 104 图像中消失时,开启激光,激光的漫反射进入相机 104,而此时相机 104 就只抓取激光线的图像。

对于上述位姿调整装置 109,位姿调整装置 109 包括固定座(图未示)和若干垫片(图未示),所述若干垫片叠置于所述基台 108 上,所述固定座设置于所述若干垫片上,所述固定座设置有固定槽(图未示),所述支架 102 的一端插接于所述固定槽内。通过增加或者减少所述垫片的数量,可调整所述支架 102 相对于所述标靶 101 的距离,从而调整所述支架 102 上固定的相机 104 相对于所述标靶 101 的位置。

可以理解的是:位姿调整装置 109 也不限定为上述方式,也可以为其它方式,此处不再一一赘述。

需要说明的是:由于激光器 103 和相机 104 的位置相对固定,激光器 103 所输出的激光平面在相机 104 的相机坐标系中的位置也是固定的,即使移动支架 102,也不会影响激光平面在相机坐标系中的位置,因此,可以通过移动支架 102 或者移动标靶 101 来找出激光平面两条直线在相机坐标系的位置,并根据激光平面两条直线在相机坐标系的位置确定激光平面在相机坐标系中的参数,从而实现对激光标定系统进行标定,如下详细描述了对激光标定系统进行标定的过程。

实施例一

请参阅图 3,图 3 是本发明实施例提供的一种激光标定系统的标定方法的流程示意图,该激光标定系统的结构和功能与上述激光标定系统的结构和功能均相同,此处不再一一赘述,所述方法包括以下步骤:

步骤 S10,获取所述相机在第一位置时所采集到的所述标靶的第一图像。

第一位置是相机相对于标靶的位置,可以通过标靶不动,支架动来调整相机相对于标靶的位置,也可以通过标靶动,支架不动,来调整相机相对于标靶的位置。

第一图像包含标靶面向激光器的标靶靶面的图像,当激光器输出激光时,激光会在标靶靶面形成激光线,第一图像也会包含该激光线。而为了使第一图像包含该激光线,当相机位于第一位置时,启动激光器,再启动相机采集标靶

的第一图像。步骤 S20，根据所述第一图像，识别所述激光打在所述标靶时形成的第一激光线。

第一激光线是指激光在标靶平面上形成的线条。为了更好地采集第一激光线，可以先关闭所述补光灯，待所述标靶上的标定点在相机图像中消失时再开启激光，此时激光的漫反射进入相机，相机就只抓取包含激光线的第一图像。而在该第一图像由于只包含第一激光线，因此，从第一图像中识别出第一激光线更方便。当然，所述第一图像也可以是在补光灯开启的前提下采集到的图像，此时，第一图像包含标靶的全景，即包含标定点，又包含第一激光线。

值得说明的是：从第一图像中识别第一激光线的识别算法，可以采用现有算法实现，其不在本发明的保护范围之内。

步骤 S30，在所述第一激光线中选定第一参考点，并且确定所述第一参考点在所述第一图像中的像素坐标。

第一参考点是位于第一激光线上的两点，第一参考点的像素坐标是指第一参考点在图像中的坐标，其可以通过图像坐标系，以及第一参考点在第一图像中的位置识别得到的。在一些实例中，所述第一参考点为所述第一激光线与所述标靶上的多个标定点的连线的交点，该交点的坐标可以通过标定点连成的直线的方程和第一激光线的方程来计算，请参阅图 4，步骤 S30 包括：

步骤 S301，从所述第一激光线选取至少两个第一拟合点，并且获取所述至少两个第一拟合点在所述第一图像中的像素坐标。

所述第一拟合点为所述第一激光线上的点，两个所述第一拟合点为不重叠的点，两点决定一条直线，因此，可以通过两个第一拟合点来确定第一激光线的像素直线方程。

步骤 S302，根据所述至少两个第一拟合点在所述第一图像中的像素坐标，拟合所述第一激光线的像素直线方程。

其中，拟合所述第一激光线的像素直线方程如下：

$$y=ax+b$$

可以理解的是：通过增加所述第一拟合点的数量，可提高拟合所述第一激光线的精度。

步骤 S303，获取所述标靶上设置的多个标定点在所述第一图像中的像素坐标。

需要说明的是，若所述第一图像为包含标靶和第一激光线的全景图像，则可从所述第一图像中直接获取所述标靶上设置的多个标定点在所述第一图像中的像素坐标。若所述第一图像为仅包含所述第一激光线的图像，则需要打开补光灯，重新获取所述相机在第一位置时所采集到的所述标靶的第一图像。

步骤 S304，根据所述多个标定点在所述第一图像中的像素坐标，拟合第一靶线的像素直线方程，其中，所述第一靶线是由所述多个标定点中至少两个标定点连接而成，并且所述第一靶线与所述第一激光线相交。

标靶平面上的标定点的数量是多个的，多个标定点可按矩阵的方式排列，

例如：按 5*5 矩阵排列、4*4 矩阵排列等等。请参阅图 5，当激光在标靶平面形成第一激光线 L1 时，第一激光线 L1 呈横向放置，与纵列的标定点连线形成第一靶线 L2 相交。

可以理解的是：当标定点可按矩阵的方式排列时，每一个纵列的标定点连线形成一条第一靶线，其中，第一靶线的数量为多条。当然，标定点的排列方式也可以为其它方式，不限定为矩阵方式，只要若干标定点连线形成的第一靶线与第一激光线相交即可。步骤 305，将所述第一靶线与所述第一激光线的交点作为所述第一参考点，并且根据所述第一激光线的像素直线方程和第一靶线的像素直线方程，计算所述第一参考点在所述第一图像的像素坐标。

由于第一参考点既在第一激光线上也在第一靶线上，因此，可以将第一激光线的像素直线方程和第一靶线的像素直线方程组成方程组，通过解方程的方式，计算出第一参考点在所述第一图像的像素坐标。

可以理解的是：当第一图像为标靶的全景图像时，可以通过图像识别的方式识别第一激光线与第一靶线的交点，并且确定该交点的像素坐标。

步骤 S40，将所述第一参考点在所述第一图像中的像素坐标转换为相机坐标。

当相机位于第一位置时，图像上的点的像素坐标和相机坐标的转换矩阵是相同的。因此，可以先确定该转换矩阵，当识别到第一参考点时，再根据该转换矩阵，将第一参考点的像素坐标转换为相机坐标，具体的，请参阅图 6，步骤 S40 包括：

步骤 S401，获取所述相机在所述第一位置时的第一转换矩阵。

在一些实施例中，所述获取所述相机在所述第一位置时的第一转换矩阵的步骤，具体包括：获取所述标靶上设置的多个标定点在所述第一图像中的像素坐标；根据所述多个标定点在第一图像中的像素坐标，获取所述多个标定点对应的第一相机坐标；获取所述相机在所述第一位置时所述多个标定点的第一世界坐标；根据所述多个标定点在所述第一图像中的像素坐标、第一世界坐标以及第一相机坐标，确定所述第一转换矩阵。

其中，可通过所述激光标定系统内置的图像处理软件根据所述多个标定点在第一图像中的像素坐标，获取所述多个标定点对应的第一相机坐标。所述图像处理软件可以是 OpenCV 或者 Matlab 等。

需要说明的是：当相机位于第一位置时，标靶上各标定点的第一世界坐标是预先测定好的。

其中，所述第一转换矩阵包括相机的内参矩阵 A 和第一外参矩阵 V_1 ，所述第一外参矩阵 V_1 包括第一旋转矩阵 R_1 和第一转移向量 T_1 ，所述根据所述多个标定点在所述第一图像的像素坐标、第一世界坐标以及第一相机坐标，确定所述第一转换矩阵的计算公式如下：

$$z_1 \begin{pmatrix} u_1 \\ v_1 \\ 1 \end{pmatrix} = A(R_1)(T_1) \begin{pmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ Z_1 \\ 1 \end{pmatrix} = A \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \end{pmatrix}$$

所述 (u_1, v_1) 为所述多个标定点在所述第一图像中的像素坐标, 所述 (X_1, Y_1, Z_1) 为所述多个标定点的第一世界坐标, 所述 (x_1, y_1, z_1) 为所述多个标定点的第一相机坐标, 其中, 所述内参矩阵 A 为已知数。

步骤 S402, 根据所述第一转换矩阵和所述第一参考点在所述第一图像中的像素坐标, 计算所述第一参考点的相机坐标。

其中, 计算所述第一参考点的相机坐标的过程与确定第一转换矩阵的过程是相反的过程。所述第一参考点的相机坐标的计算公式如下:

$$z_3 \begin{pmatrix} u_3 \\ v_3 \\ 1 \end{pmatrix} = A(R_1)(T_1) \begin{pmatrix} X_3 \\ Y_3 \\ Z_3 \\ 1 \end{pmatrix} = A \begin{pmatrix} x_3 \\ y_3 \\ z_3 \end{pmatrix}$$

所述 (u_3, v_3) 为步骤 S30 中确定的所述第一参考点在所述第一图像中的像素坐标, 所述 (X_3, Y_3, Z_3) 为所述第一参考点的世界坐标, 所述 (x_3, y_3, z_3) 为所述第一参考点的相机坐标, 其中, 所述内参矩阵 A 为已知数, 所述第一旋转矩阵 R_1 和第一转移向量 T_1 由步骤 S401 获得。

由于所述第一参考点为所述第一靶线与所述第一激光线的交点, 在一些实施例中, 根据交比不变形原理, 可通过所述第一参考点的像素坐标获取所述第一参考点的世界坐标。具体的, 请参阅图 5, 图 6 中 A、B、C、D 为标定点, P1、P2、P3、P4 和 P5 为所述第一参考点。P1A 为 P1 点和 A 点的距离, AD 为 A 点和 D 点的距离, 根据交比不变形原理, P1A/AD 在像素坐标中的比例和世界坐标中的比例相同, 可以计算出 P1 点的世界坐标, 同理可获得 P2、P3、P4 和 P5 点的世界坐标, 即获得所述第一参考点的世界坐标。

进一步的, 根据所述第一转换矩阵、所述第一参考点在所述第一图像中的像素坐标, 所述第一参考点的世界坐标可计算所述第一参考点的相机坐标。

步骤 S50, 获取所述相机在第二位置时所采集到的所述标靶的第二图像, 其中, 所述第一位置和第二位置为所述相机相对于所述标靶所在的位置, 并且所述第一位置和第二位置不相同。

所述第二位置为所述相机相对于所述标靶的位置, 所述第一位置和第二位置不相同是指相机相对于标靶的位置不相同, 而不是相机在世界坐标中的位置不相同。

需要说明的是: 在采集第二图像时, 也需要先启动激光器以使激光器所输出的激光打到标靶平面上形成第二激光线, 从而使得所采集到的第二图像包含第二激光线。此外, 由于第一位置和第二位置不相同, 因此, 标靶平面与激光平面相交的直线的位置不相同, 该两条相交的直线就是第一激光线和第二激光

线。

步骤 S60, 根据所述第二图像, 识别所述激光打在所述标靶时形成的第二激光线。第二激光线是指激光在标靶平面上形成的线条。为了更好地采集第二激光线, 可以先关闭所述补光灯, 待所述标靶上的标定点在相机图像中消失时再开启激光, 此时激光的漫反射进入相机, 相机就只抓取包含激光线的第二图像。而在该第二图像由于只包含第二激光线, 因此, 从第二图像中识别出第二激光线更方便。当然, 所述第二图像也可以是在补光灯开启的前提下采集到的图像, 此时, 第二图像包含标靶的全景, 即包含标定点, 又包含第二激光线。

值得说明的是: 从第二图像中识别第二激光线的识别算法, 可以采用现有算法实现, 其不在本发明的保护范围之内。

步骤 S70, 在所述第二激光线中选定第二参考点, 并且确定所述第二参考点在所述第二图像中的像素坐标。

所述第二参考点为所述第二激光线与所述标靶上的多个标定点的连线的交点。请参阅图 7, 步骤 S70 包括:

步骤 S701, 从所述第二激光线选取至少两个第二拟合点, 并且获取所述至少两个第二拟合点在所述第二图像中的像素坐标。

所述第二拟合点为所述第二激光线上的点, 所述第二拟合点的数量至少为两个。

步骤 S702, 根据所述至少两个第二拟合点在所述第二图像中的像素坐标, 拟合所述第二激光线的像素直线方程。

其中, 拟合所述第二激光线的像素直线方程如下:

$$y = ax + b$$

可以理解的是: 通过增加所述第二拟合点的数量, 可提高拟合所述第二激光线的精度。

步骤 S703, 获取所述标靶上设置的多个标定点在所述第二图像中的像素坐标。

需要说明的是, 若所述第二图像为包含标靶和第二激光线的全景图像, 则可从所述第二图像中直接获取所述标靶上设置的多个标定点在所述第二图像中的像素坐标。若所述第二图像为仅包含所述第二激光线的图像, 则需要打开补光灯, 重新获取所述相机在第二位置时所采集到的所述标靶的第二图像。

步骤 S704, 根据所述多个标定点在所述第二图像中的像素坐标, 拟合第二靶线的像素直线方程, 其中, 所述第二靶线是由所述多个标定点中至少两个标定点连接而成, 并且所述第二靶线与所述第二激光线相交。

标靶平面上的标定点的数量是多个的, 多个标定点可按矩阵的方式排列, 例如: 按 5*5 矩阵排列、4*4 矩阵排列等等。当激光在标靶平面形成第二激光线时, 第二激光线呈横向放置, 与纵列的标定点连线形成第二靶线相交。

步骤 S705, 将所述第二靶线与所述第二激光线的交点作为所述第二参考点, 并且根据所述第二激光线的像素直线方程和第二靶线的像素直线方程, 计

算所述第二参考点在所述第二图像的像素坐标。

步骤 S80, 将所述第二参考点在所述第二图像中的像素坐标转换为相机坐标;

当相机位于第二位置时, 图像上的点的像素坐标和相机坐标的转换矩阵是相同的。因此, 可以先确定该转换矩阵, 当识别到第二参考点时, 再根据该转换矩阵, 将第二参考点的像素坐标转换为相机坐标, 具体的, 请参阅图 8, 步骤 S80 包括:

步骤 S801, 获取所述相机在所述第二位置时的第二转换矩阵, 其中, 所述第一转换矩阵和第二转换矩阵用于将像素坐标转换为相机坐标。

在一些实施例中, 所述获取所述相机在所述第二位置时的第二转换矩阵的步骤, 其中, 所述第一转换矩阵和第二转换矩阵用于将像素坐标转换为相机坐标, 具体包括: 获取所述标靶上设置的多个标定点在所述第二图像中的像素坐标; 根据所述多个标定点在第二图像中的像素坐标, 获取所述多个标定点对应的第二相机坐标; 获取所述相机在所述第二位置时所述多个标定点的第二世界坐标; 根据所述多个标定点在所述第二图像中的像素坐标、第二世界坐标以及第二相机坐标, 确定所述第二转换矩阵。

其中, 可通过所述激光标定系统内置的图像处理软件根据所述多个标定点在第二图像中的像素坐标, 获取所述多个标定点对应的第二相机坐标。所述图像处理软件可以是 OpenCV 或者 Matlab 等。

需要说明的是: 当相机位于第二位置时, 通过所述第二位置相对于所述第一位置的位移以及所述多个标定点的第二世界坐标可获得所述多个标定点的第二世界坐标。

其中, 所述第二转换矩阵包括相机的内参矩阵 A 和第二外参矩阵 V_2 , 所述第二外参矩阵 V_2 包括第二旋转矩阵 R_2 和第二转移向量 T_2 , 所述根据所述多个标定点在所述第二图像的像素坐标、第二世界坐标以及第二相机坐标, 确定所述第二转换矩阵的计算公式如下:

$$z_2 \begin{pmatrix} u_2 \\ v_2 \\ 1 \end{pmatrix} = A(R_2)(T_2) \begin{pmatrix} X_2 \\ Y_2 \\ Z_2 \\ 1 \end{pmatrix} = A \begin{pmatrix} x_2 \\ y_2 \\ z_2 \end{pmatrix}$$

所述 (u_2, v_2) 为所述多个标定点在所述第二图像中的像素坐标, 所述 (X_2, Y_2, Z_2) 为所述多个标定点的第二世界坐标, 所述 (x_2, y_2, z_2) 为所述多个标定点的第二相机坐标, 其中, 所述内参矩阵 A 为已知数。

步骤 S802, 根据所述第二转换矩阵和所述第二参考点在所述第二图像中的像素坐标, 计算所述第二参考点的相机坐标。

其中, 计算所述第二参考点的相机坐标的过程与确定第二转换矩阵的过程是相反的过程。所述第二参考点的相机坐标的计算公式如下:

$$z_4 \begin{pmatrix} u_4 \\ v_4 \\ 1 \end{pmatrix} = A(R_2)(T_2) \begin{pmatrix} X_4 \\ Y_4 \\ Z_4 \\ 1 \end{pmatrix} = A \begin{pmatrix} x_4 \\ y_4 \\ z_4 \end{pmatrix}$$

所述 (u_4, v_4) 为步骤S70中确定的所述第二参考点在所述第二图像中的像素坐标,所述 (X_4, Y_4, Z_4) 为所述第二参考点的世界坐标,所述 (x_4, y_4, z_4) 为所述第二参考点的相机坐标,其中,所述内参矩阵 A 为已知数,所述第二旋转矩阵 R_2 和第二转移向量 T_2 由步骤S801获得。

由于所述第二参考点为所述第二靶线与所述第二激光线的交点,在一些实施例中,根据交比不变形原理,可通过所述第二参考点的像素坐标获取所述第二参考点的世界坐标。具体的,可参考通过所述第一参考点的像素坐标获取所述第一参考点的世界坐标的方法,此处不再一一赘述。

进一步的,根据所述第二转换矩阵、所述第二参考点在所述第二图像中的像素坐标,所述第二参考点的世界坐标可计算所述第二参考点的相机坐标。

步骤S90,根据所述第一参考点和第二参考点的相机坐标,确定所述激光器所输出的激光所在的激光平面在相机坐标系中的平面方程。其中,计算激光平面在相机坐标系中的平面方程如下:

$$Ax + By + Cz + D = 0$$

在本发明实施例中,通过获取所述相机在第一位置时所采集到的所述标靶的第一图像;根据所述第一图像,识别所述激光打在所述标靶时形成的第一激光线;在所述第一激光线中选定第一参考点,并且确定所述第一参考点在所述第一图像中的像素坐标;将所述第一参考点在所述第一图像中的像素坐标转换为相机坐标;获取所述相机在第二位置时所采集到的所述标靶的第二图像,其中,所述第一位置和第二位置为所述相机相对于所述标靶所在的位置,并且所述第一位置和第二位置不相同;根据所述第二图像,识别所述激光打在所述标靶时形成的第二激光线;在所述第二激光线中选定第二参考点,并且确定所述第二参考点在所述第二图像中的像素坐标;将所述第二参考点在所述第二图像中的像素坐标转换为相机坐标;根据所述第一参考点和第二参考点的相机坐标,确定所述激光器所输出的激光所在的激光平面在相机坐标系中的平面方程,可实现对所述激光标定系统的标定,非常快捷方便。

实施例二

请参阅图9,图9是本发明实施例提供的一种激光标定系统的标定装置的示意图,所述标定装置400包括第一获取模块401、第一识别模块402、第一确定模块403、第一转换模块404、第二获取模块405、第二识别模块406、第二确定模块407、第二转换模块408以及第三确定模块409。其中,第一获取模块401,用于获取所述相机在第一位置时所采集到的所述标靶的第一图像;第一识别模块402,用于根据所述第一图像,识别所述激光打在所述标靶时形成的第一激光线;第一确定模块403,用于在所述第一激光线中选定第一参考

点, 并且确定所述第一参考点在所述第一图像中的像素坐标; 第一转换模块 404, 用于将所述第一参考点在所述第一图像中的像素坐标转换为相机坐标; 第二获取模块 405, 用于获取所述相机在第二位置时所采集到的所述标靶的第二图像, 其中, 所述第一位置和第二位置为所述相机相对于所述标靶所在的位置, 并且所述第一位置和第二位置不相同; 第二识别模块 406, 用于根据所述第二图像, 识别所述激光打在所述标靶时形成的第二激光线; 第二确定模块 407, 用于在所述第二激光线中选定第二参考点, 并且确定所述第二参考点在所述第二图像中的像素坐标; 第二转换模块 408, 用于将所述第二参考点在所述第二图像中的像素坐标转换为相机坐标; 第三确定模块 409, 用于根据所述第一参考点和第二参考点的相机坐标, 确定所述激光器所输出的激光所在的激光平面在相机坐标系中的平面方程。

在一些实施例中, 所述第一转换模块 404 包括: 第一获取单元 4041 和第一计算单元 4042。其中, 第一获取单元 4041, 用于获取所述相机在所述第一位置时的第一转换矩阵; 第一计算单元 4042, 用于根据所述第一转换矩阵和所述第一参考点在所述第一图像中的像素坐标, 计算所述第一参考点的相机坐标。

在一些实施例中, 所述第二转换模块 408 包括: 第二获取单元 4081 和第二计算单元 4082。其中, 第二获取单元 4081, 获取所述相机在第二位置时的第二转换矩阵, 其中, 所述第一转换矩阵和第二转换矩阵用于将像素坐标转换为相机坐标; 第二计算单元 4082, 根据所述第二转换矩阵和所述第二参考点在所述第二图像中的像素坐标, 计算所述第二参考点的相机坐标。

在一些实施例中, 所述第一获取单元 4041 具体用于: 获取所述标靶上设置的多个标定点在所述第一图像中的像素坐标; 根据所述多个标定点在第一图像中的像素坐标, 获取所述多个标定点对应的第一相机坐标; 获取所述相机在所述第一位置时所述多个标定点的第一世界坐标; 根据所述多个标定点在所述第一图像中的像素坐标、第一世界坐标以及第一相机坐标, 确定所述第一转换矩阵。

在一些实施例中, 所述第一转换矩阵包括相机的内参矩阵 A 和第一外参矩阵 V_1 , 所述第一外参矩阵 V_1 包括第一旋转矩阵 R_1 和第一转移向量 T_1 , 所述根据所述多个标定点在所述第一图像的像素坐标、第一世界坐标以及第一相机坐标, 确定所述第一转换矩阵的计算公式如下:

$$z_1 \begin{pmatrix} u_1 \\ v_1 \\ 1 \end{pmatrix} = A(R_1)(T_1) \begin{pmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ Z_1 \\ 1 \end{pmatrix} = A \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \end{pmatrix}$$

所述 (u_1, v_1) 为所述多个标定点在所述第一图像中的像素坐标, 所述 (X_1, Y_1, Z_1) 为所述多个标定点的第一世界坐标, 所述 (x_1, y_1, z_1) 为所述多个标定点的第一相机坐标, 其中, 所述内参矩阵 A 为已知数。

在一些实施例中, 第一确定模块 403 包括: 第三获取单元 4031、第一拟

合单元 4032、第四获取单元 4033、第二拟合单元 4034 以及第三计算单元 4035。其中，第三获取单元 4031，用于从所述第一激光线选取至少两个第一拟合点，并且获取所述至少两个第一拟合点在所述第一图像中的像素坐标；第一拟合单元 4032，用于根据所述至少两个第一拟合点在所述第一图像中的像素坐标，拟合所述第一激光线的像素直线方程；第四获取单元 4033，用于获取所述标靶上设置的多个标定点在所述第一图像中的像素坐标；第二拟合单元 4034，用于根据所述多个标定点在所述第一图像中的像素坐标，拟合第一靶线的像素直线方程，其中，所述第一靶线是由所述多个标定点中至少两个标定点连接而成，并且所述第一靶线与所述第一激光线相交；第三计算单元 4035，用于将所述第一靶线与所述第一激光线的交点作为所述第一参考点，并且根据所述第一激光线的像素直线方程和第一靶线的像素直线方程，计算所述第一参考点在所述第一图像的像素坐标。

在一些实施例中，所述第二获取单元 4081 具体用于：获取所述标靶上设置的多个标定点在所述第二图像中的像素坐标；根据所述多个标定点在第二图像中的像素坐标，获取所述多个标定点对应的第二相机坐标；获取所述相机在所述第二位置时所述多个标定点的第二世界坐标；根据所述多个标定点在所述第二图像中的像素坐标、第二世界坐标以及第二相机坐标，确定所述第二转换矩阵。

在一些实施例中，所述第二转换矩阵包括相机的内参矩阵 A 和第二外参矩阵 V_2 ，所述第二外参矩阵 V_2 包括第二旋转矩阵 R_2 和第二转移向量 T_2 ，所述根据所述多个标定点在所述第二图像的像素坐标、第二世界坐标以及第二相机坐标，确定所述第二转换矩阵的计算公式如下：

$$z_2 \begin{pmatrix} u_2 \\ v_2 \\ 1 \end{pmatrix} = A(R_2)(T_2) \begin{pmatrix} X_2 \\ Y_2 \\ Z_2 \\ 1 \end{pmatrix} = A \begin{pmatrix} x_2 \\ y_2 \\ z_2 \end{pmatrix}$$

所述 (u_2, v_2) 为所述多个标定点在所述第二图像中的像素坐标，所述 (X_2, Y_2, Z_2) 为所述多个标定点的第二世界坐标，所述 (x_2, y_2, z_2) 为所述多个标定点的第二相机坐标，其中，所述内参矩阵 A 为已知数。

在一些实施例中，所述第二确定模块 407 包括：第五获取单元 4071、第三拟合单元 4072、第六获取单元 4073、第四拟合单元 4074 以及第四计算单元 4075。其中，第五获取单元 4071，用于从所述第二激光线选取至少两个第二拟合点，并且获取所述至少两个第二拟合点在所述第二图像中的像素坐标；第三拟合单元 4072，用于根据所述至少两个第二拟合点在所述第二图像中的像素坐标，拟合所述第二激光线的像素直线方程；第六获取单元 4073，用于获取所述标靶上设置的多个标定点在所述第二图像中的像素坐标；第四拟合单元 4074，用于根据所述多个标定点在所述第二图像中的像素坐标，拟合第二靶线的像素直线方程，其中，所述第二靶线是由所述多个标定点中至少两个标定点连接而成，并且所述第二靶线与所述第二激光线相交；第四计算单元 4075，

用于将所述第二靶线与所述第二激光线的交点作为所述第二参考点,并且根据所述第二激光线的像素直线方程和所述第二靶线的像素直线方程,计算所述第二参考点在所述第二图像的像素坐标。

在本发明实施例中,通过第一获取模块,获取所述相机在第一位置时所采集到的所述标靶的第一图像;通过第一识别模块,根据所述第一图像,识别所述激光打在所述标靶时形成的第一激光线;通过一确定模块,在所述第一激光线中选定第一参考点,并且确定所述第一参考点在所述第一图像中的像素坐标;通过第一转换模块,将所述第一参考点在所述第一图像中的像素坐标转换为相机坐标;通过第二获取模块,获取所述相机在第二位置时所采集到的所述标靶的第二图像,其中,所述第一位置和第二位置为所述相机相对于所述标靶所在的位置,并且所述第一位置和第二位置不相同;通过第二识别模块,根据所述第二图像,识别所述激光打在所述标靶时形成的第二激光线;通过第二确定模块,在所述第二激光线中选定第二参考点,并且确定所述第二参考点在所述第二图像中的像素坐标;通过第二转换模块,将所述第二参考点在所述第二图像中的像素坐标转换为相机坐标;通过第三确定模块,根据所述第一参考点和第二参考点的相机坐标,确定所述激光器所输出的激光所在的激光平面在相机坐标系中的平面方程,从而实现对所述激光标定系统的标定,非常方便快捷。

实施例三

请参阅图 10,图 10 是本发明实施例提供的执行激光标定系统的标定方法的控制器的硬件结构示意图。控制器 105 包括:一个或多个处理器 1051 以及存储器 1052,图 10 中以一个存储器为例。

处理器 1051 和存储器 1052 可以通过总线或者其他方式连接,图 10 中以通过总线连接为例。

存储器 1052 作为一种非易失性计算机可读存储介质,可用于存储非易失性软件程序、非易失性计算机可执行程序以及模块,如本发明实施例中的激光标定系统的标定方法对应的程序指令/模块(例如,附图 9 所示的各个模块)。处理器 1051 通过运行存储在存储器 1052 中的非易失性软件程序、指令以及模块,从而执行激光标定系统的标定装置的各种功能应用以及数据处理,即实现上述方法实施例的激光标定系统的标定方法。

存储器 1052 可以包括存储程序区和存储数据区,其中,存储程序区可存储操作系统、至少一个功能所需的应用程序;存储数据区可存储根据激光标定系统的标定装置的使用所创建的数据等。此外,存储器 1052 可以包括高速随机存取存储器,还可以包括非易失性存储器,例如至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他非易失性固态存储器件。在一些实施例中,存储器 1052 可选包括相对于处理器 1051 远程设置的存储器,这些远程存储器可以通过网络连接至激光标定系统的标定装置。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

所述一个或者多个模块存储在所述存储器 1052 中，当被所述一个或者多个处理器 1051 执行时，执行上述任意方法实施例中的激光标定系统的标定方法。

上述产品可执行本发明实施例所提供的方法，具备执行方法相应的功能模块和有益效果。未在本实施例中详尽描述的技术细节，可参见本发明实施例所提供的方法。

本发明实施例提供了一种非易失性计算机可读存储介质，所述非易失性计算机可读存储介质存储有计算机可执行指令，该计算机可执行指令被电子设备执行上述任意方法实施例中的激光标定系统的标定方法。

本发明实施例提供了一种计算机程序产品，包括存储在非易失性计算机可读存储介质上的计算程序，所述计算机程序包括程序指令，当所述程序指令被计算机执行时时，使所述计算机执行上述任意方法实施例中的激光标定系统的标定方法。

通过以上的实施方式的描述，本领域普通技术人员可以清楚地了解到各实施方式可借助软件加通用硬件平台的方式来实现，当然也可以通过硬件来实现。本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程是可以由计算机程序来指令相关的硬件来完成，所述的程序可存储于一计算机可读存储介质中，该程序在执行时，可包括如上述各方法的实施例的流程。其中，所述的存储介质可为磁碟、光盘、只读存储记忆体 (Read-Only Memory, ROM) 或随机存储记忆体 (Random Access Memory, RAM) 等。

最后应说明的是：以上实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；在本发明的思路下，以上实施例或者不同实施例中的技术特征之间也可以进行组合，步骤可以以任意顺序实现，并存在如上所述的本发明的不同方面的许多其它变化，为了简明，它们没有在细节中提供；尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

权利要求

1. 一种激光标定系统的标定方法，所述激光标定系统包括激光器、相机、标靶和支架，所述激光器和相机均固定于所述支架，所述激光器所输出的激光打在所述标靶，其特征在于，所述方法包括：

获取所述相机在第一位置时所采集到的所述标靶的第一图像；

根据所述第一图像，识别所述激光打在所述标靶时形成的第一激光线；

在所述第一激光线中选定第一参考点，并且确定所述第一参考点在所述第一图像中的像素坐标；

将所述第一参考点在所述第一图像中的像素坐标转换为相机坐标；

获取所述相机在第二位置时所采集到的所述标靶的第二图像，其中，所述第一位置和第二位置为所述相机相对于所述标靶所在的位置，并且所述第一位置和第二位置不相同；

根据所述第二图像，识别所述激光打在所述标靶时形成的第二激光线；

在所述第二激光线中选定第二参考点，并且确定所述第二参考点在所述第二图像中的像素坐标；

将所述第二参考点在所述第二图像中的像素坐标转换为相机坐标；

根据所述第一参考点和第二参考点的相机坐标，确定所述激光器所输出的激光所在的平面在相机坐标系中的平面方程。

2. 根据权利要求1所述的标定方法，其特征在于，

所述将所述第一参考点在所述第一图像中的像素坐标转换为相机坐标的步骤，进一步包括：

获取所述相机在所述第一位置时的第一转换矩阵；

根据所述第一转换矩阵和所述第一参考点在所述第一图像中的像素坐标，计算所述第一参考点的相机坐标；

所述将所述第二参考点在所述第二图像中的像素坐标转换为相机坐标的步骤，进一步包括：

获取所述相机在第二位置时的第二转换矩阵，其中，所述第一转换矩阵和第二转换矩阵用于将像素坐标转换为相机坐标；

根据所述第二转换矩阵和所述第二参考点在所述第二图像中的像素坐标，计算所述第二参考点的相机坐标。

3. 根据权利要求2所述的标定方法，其特征在于，所述获取所述相机在所述第一位置时的第一转换矩阵的步骤，进一步包括：

获取所述标靶上设置的多个标定点在所述第一图像中的像素坐标；

根据所述多个标定点在第一图像中的像素坐标，获取所述多个标定点对应的第一相机坐标；

获取所述相机在所述第一位置时所述多个标定点的第一世界坐标；

获取所述多个标定点的世界坐标；

根据所述多个标定点在所述第一图像中的像素坐标、第一世界坐标以及第一相机坐标，确定所述第一转换矩阵。

4. 根据权利要求3所述的标定方法，其特征在于，所述第一转换矩阵包括相机的内参矩阵 A 和第一外参矩阵 V_1 ，所述第一外参矩阵 V_1 包括第一旋转矩阵 R_1 和第一转移向量 T_1 ，所述根据所述多个标定点在所述第一图像的像素坐标、第一世界坐标以及第一相机坐标，确定所述第一转换矩阵的计算公式如下：

$$z_1 \begin{pmatrix} u_1 \\ v_1 \\ 1 \end{pmatrix} = A(R_1)(T_1) \begin{pmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ Z_1 \\ 1 \end{pmatrix} = A \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \end{pmatrix}$$

所述 (u_1, v_1) 为所述多个标定点在所述第一图像中的像素坐标，所述 (X_1, Y_1, Z_1) 为所述多个标定点的第一世界坐标，所述 (x_1, y_1, z_1) 为所述多个标定点的第一相机坐标，其中，所述内参矩阵 A 为已知数。

5. 根据权利要求1-4中任意一项所述的标定方法，其特征在于，所述在所述第一激光线中选定第一参考点，并且确定所述第一参考点在所述第一图像中的像素坐标的步骤，进一步包括：

从所述第一激光线选取至少两个第一拟合点，并且获取所述至少两个第一拟合点在所述第一图像中的像素坐标；

根据所述至少两个第一拟合点在所述第一图像中的像素坐标，拟合所述第一激光线的像素直线方程；

获取所述标靶上设置的多个标定点在所述第一图像中的像素坐标；

根据所述多个标定点在所述第一图像中的像素坐标，拟合第一靶线的像素直线方程，其中，所述第一靶线是由所述多个标定点中至少两个标定点连接而成，并且所述第一靶线与所述第一激光线相交；

将所述第一靶线与所述第一激光线的交点作为所述第一参考点，并且根据所述第一激光线的像素直线方程和第一靶线的像素直线方程，计算所述第一参考点在所述第一图像的像素坐标。

6. 根据权利要求2所述的标定方法，其特征在于，所述获取所述相机在所述第二位置时的第二转换矩阵的步骤，进一步包括：

获取所述标靶上设置的多个标定点在所述第二图像中的像素坐标；

根据所述多个标定点在第二图像中的像素坐标，获取所述多个标定点对应的第二相机坐标；

获取所述相机在所述第二位置时所述多个标定点的第二世界坐标；

获取所述多个标定点的第二世界坐标；

根据所述多个标定点在所述第二图像中的像素坐标、第二世界坐标以及第二相机坐标，确定所述第二转换矩阵。

7. 根据权利要求6所述的标定方法，其特征在于，所述第二转换矩阵包括相机的内参矩阵 A 和第二外参矩阵 V_2 ，所述第二外参矩阵 V_2 包括第二旋转矩阵 R_2 和第二转移向量 T_2 ，所述根据所述多个标定点在所述第二图像的像素坐标、第二世界坐标以及第二相机坐标，确定所述第二转换矩阵的计算公式如下：

$$z_2 \begin{pmatrix} u_2 \\ v_2 \\ 1 \end{pmatrix} = A(R_2)(T_2) \begin{pmatrix} X_2 \\ Y_2 \\ Z_2 \\ 1 \end{pmatrix} = A \begin{pmatrix} x_2 \\ y_2 \\ z_2 \end{pmatrix}$$

所述 (u_2, v_2) 为所述多个标定点在所述第二图像中的像素坐标，所述 (X_2, Y_2, Z_2) 为所述多个标定点的第二世界坐标，所述 (x_2, y_2, z_2) 为所述多个标定点的第二相机坐标，其中，所述内参矩阵 A 为已知数。

8. 根据权利要求1、2、3、4、6和7中任意一项所述的标定方法，其特征在于，所述在所述第二激光线中选定第二参考点，并且确定所述第二参考点在所述第二图像中的像素坐标的步骤，进一步包括：

从所述第二激光线选取至少两个第二拟合点，并且获取所述至少两个第二拟合点在所述第二图像中的像素坐标；

根据所述至少两个第二拟合点在所述第二图像中的像素坐标，拟合所述第二激光线的像素直线方程；

获取所述标靶上设置的多个标定点在所述第二图像中的像素坐标；

根据所述多个标定点在所述第二图像中的像素坐标，拟合第二靶线的像素直线方程，其中，所述第二靶线是由所述多个标定点中至少两个标定点连接而成，并且所述第二靶线与所述第二激光线相交；

将所述第二靶线与所述第二激光线的交点作为所述第二参考点，并且根据所述第二激光线的像素直线方程和第二靶线的像素直线方程，计算所述第二参考点在所述第二图像的像素坐标。

9. 一种激光标定系统的标定装置，其特征在于，包括：

第一获取模块，用于获取所述相机在第一位置时所采集到的所述标靶的第一图像；

第一识别模块，用于根据所述第一图像，识别所述激光打在所述标靶时形成的第一激光线；

第一确定模块，用于在所述第一激光线中选定第一参考点，并且确定所述第一参考点在所述第一图像中的像素坐标；

第一转换模块，用于将所述第一参考点在所述第一图像中的像素坐标转换为相机坐标；

第二获取模块,用于获取所述相机在第二位置时所采集到的所述标靶的第二图像,其中,所述第一位置和第二位置为所述相机相对于所述标靶所在的位置,并且所述第一位置和第二位置不相同;

第二识别模块,用于根据所述第二图像,识别所述激光打在所述标靶时形成的第二激光线;

第二确定模块,用于在所述第二激光线中选定第二参考点,并且确定所述第二参考点在所述第二图像中的像素坐标;

第二转换模块,用于将所述第二参考点在所述第二图像中的像素坐标转换为相机坐标;

第三确定模块,用于根据所述第一参考点和第二参考点的相机坐标,确定所述激光器所输出的激光所在的平面在相机坐标系中的平面方程。

10. 一种激光标定系统,其特征在于,包括:

标靶;

支架;

激光器,固定于所述支架上,所述激光器所输出的激光打在所述标靶;

相机,固定于所述支架上,所述相机用于拍摄所述标靶的图像;

控制器,包括至少一个处理器以及存储器,所述存储器和相机均与至少一个处理器通信连接,所述存储器存储有可被所述至少一个处理器执行的指令,所述指令被所述至少一个处理器执行,以使所述至少一个处理器能够执行权利要求 1-8 中任一项所述的方法。

11. 根据权利要求 10 所述的激光标定系统,其特征在于,还包括补光灯和滤波片;

所述补光灯固定于所述支架,所述补光灯用于向所述标靶输出照明光源,所述滤波片设置于所述相机的取景镜头上,其中,所述滤波片允许通过的光源的波长与所述补光灯所输出的照明光源的波长相同。

12. 根据权利要求 10 所述的激光标定系统,其特征在于,所述标靶上涂覆有反光材料。

13. 根据权利要求 12 所述的激光标定系统,其特征在于,所述标靶的标靶平面划分标定点区域和背景区域,其中,所述标定点区域和背景区域的颜色不相同,所述反光材料涂覆于所述背景区域。

14. 根据权利要求 10-13 中任意一项所述的激光标定系统,其特征在于,还包括基台和位姿调整装置;

所述标靶和位姿调整装置均设置于所述基台上,所述支架设置于所述位姿

调整装置上，所述位姿调整装置用于调整所述支架的位置，以调整所述相机相对于所述标靶所在的位置。

15. 根据权利要求 14 所述的激光标定系统，其特征在于，所述位姿调整装置包括固定座和若干垫片；

所述若干垫片叠置于所述基台上，所述固定座设置于所述若干垫片上，所述固定座设置有固定槽，所述支架的一端插接于所述固定槽内。

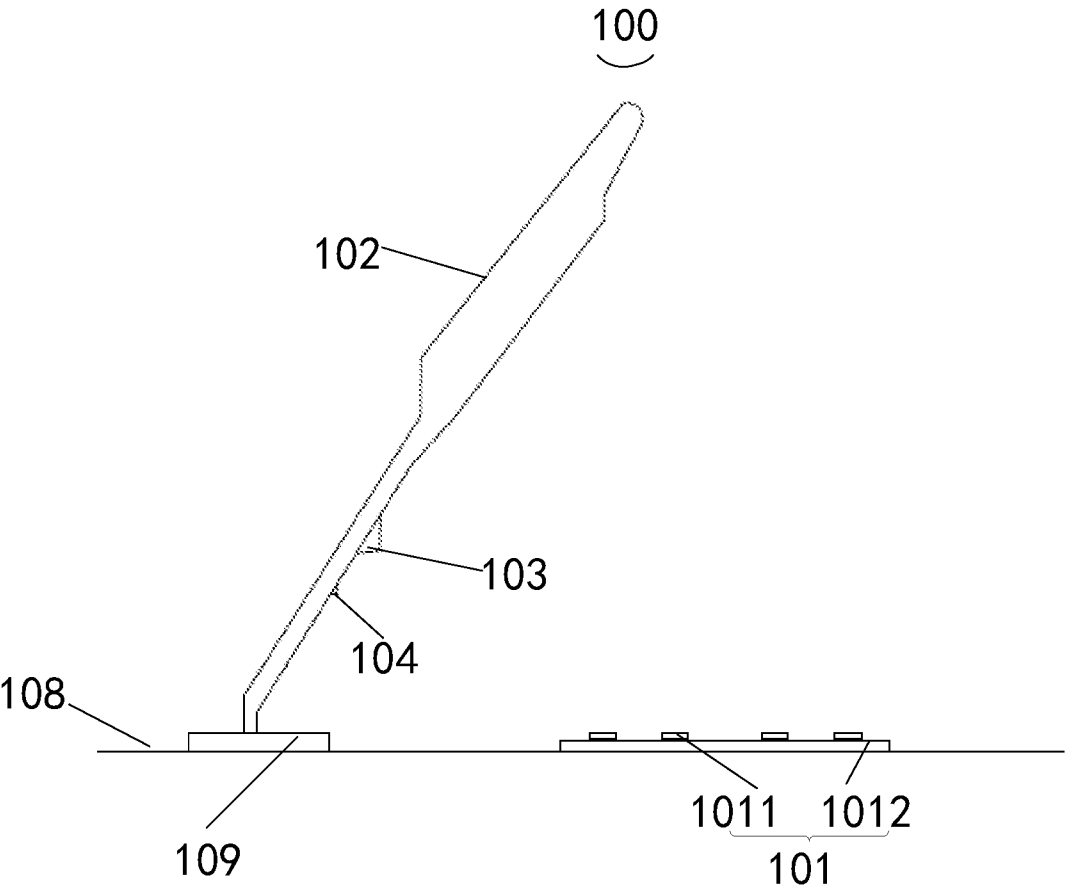


图 1

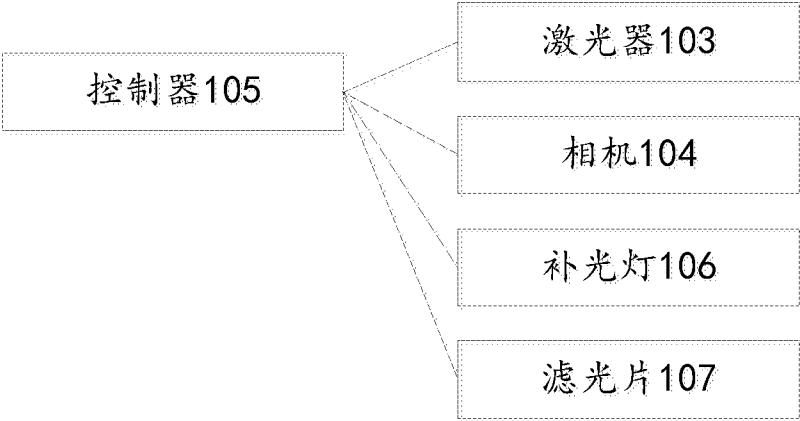


图 2

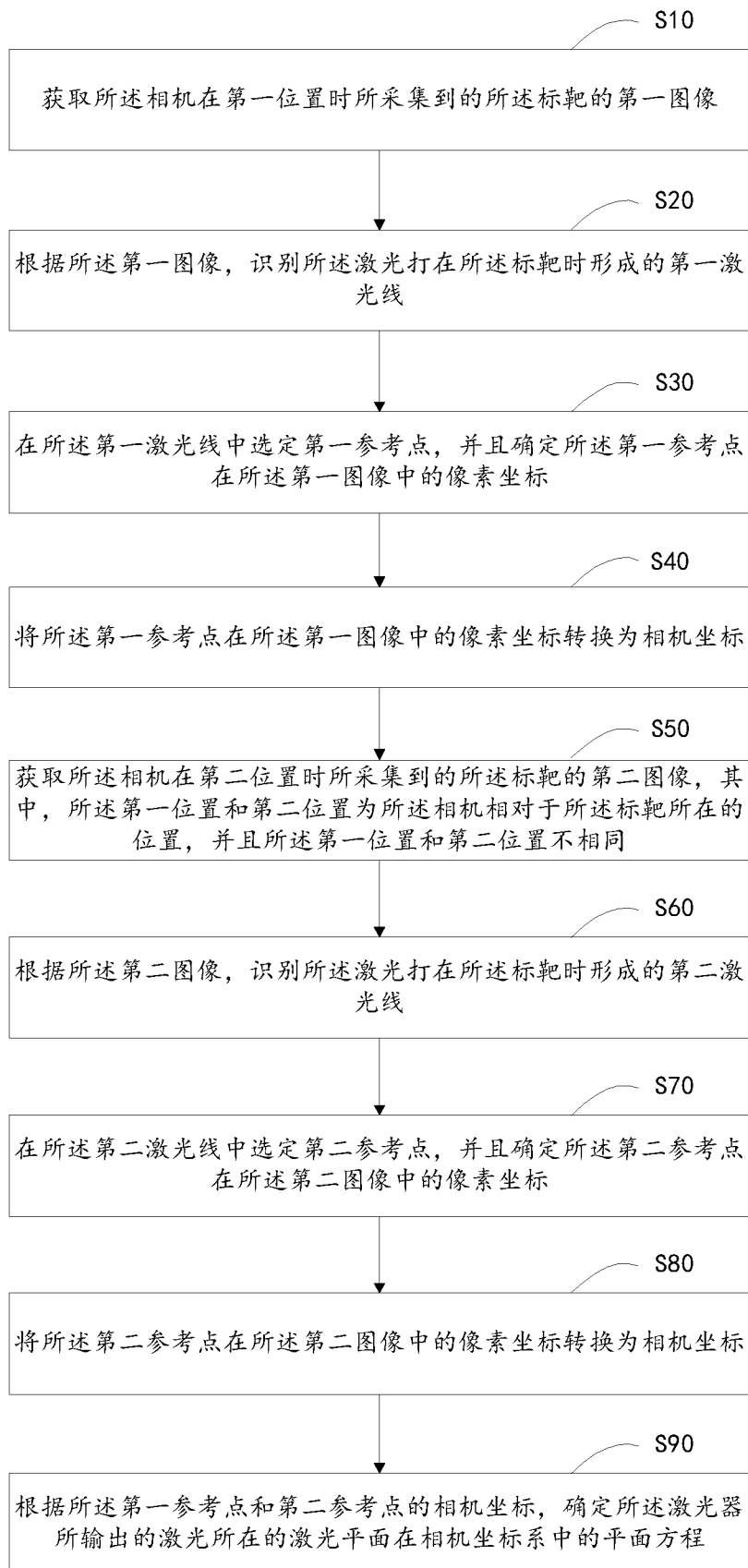


图 3

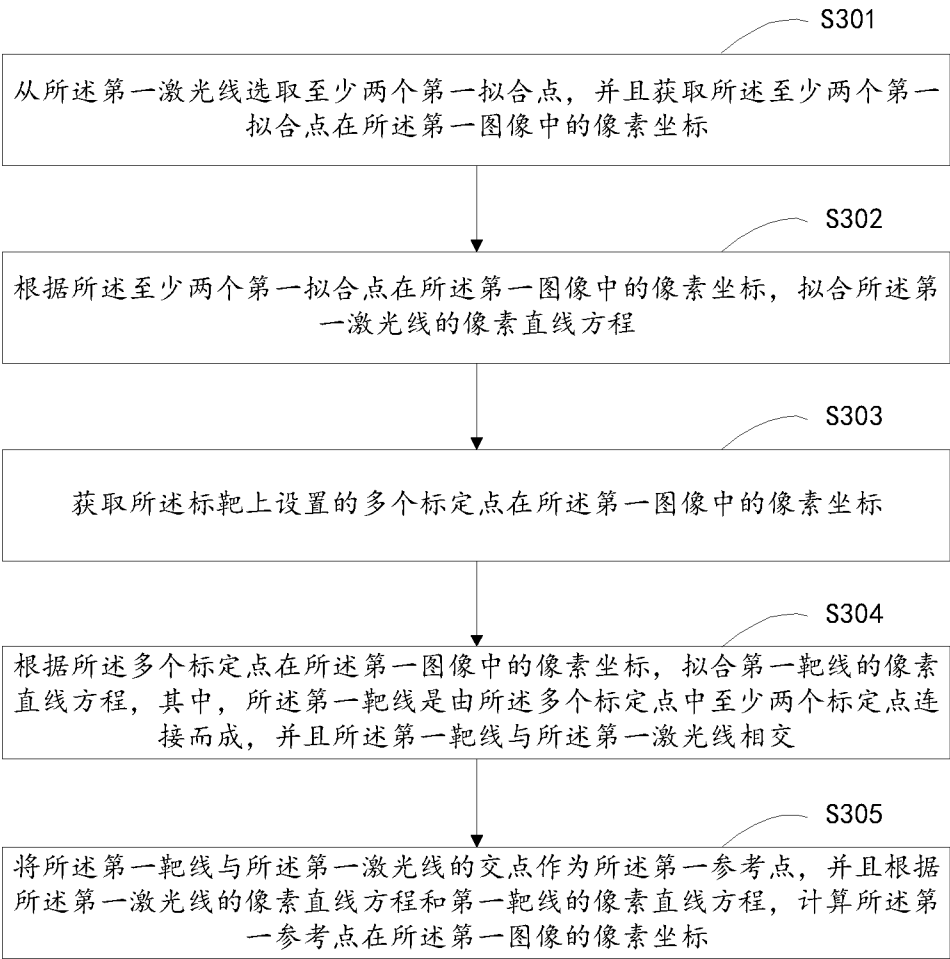


图 4

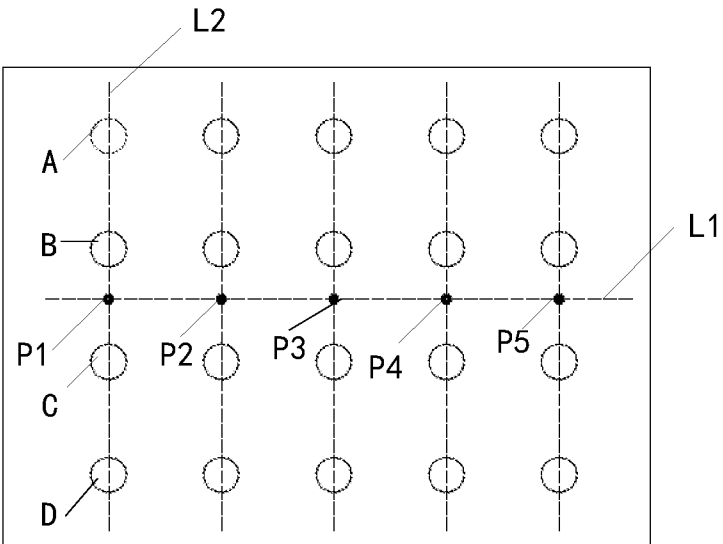


图 5

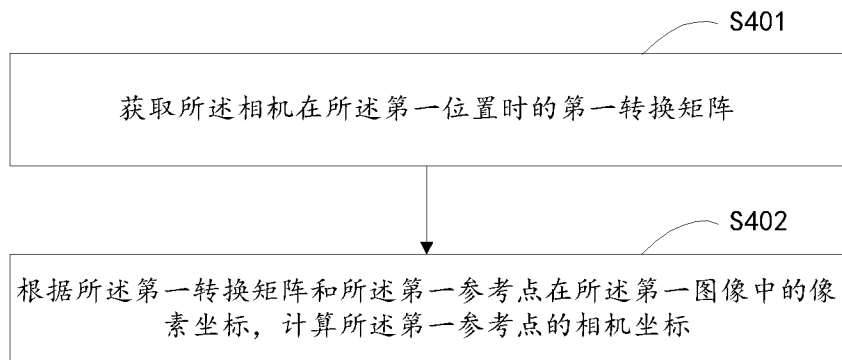


图 6

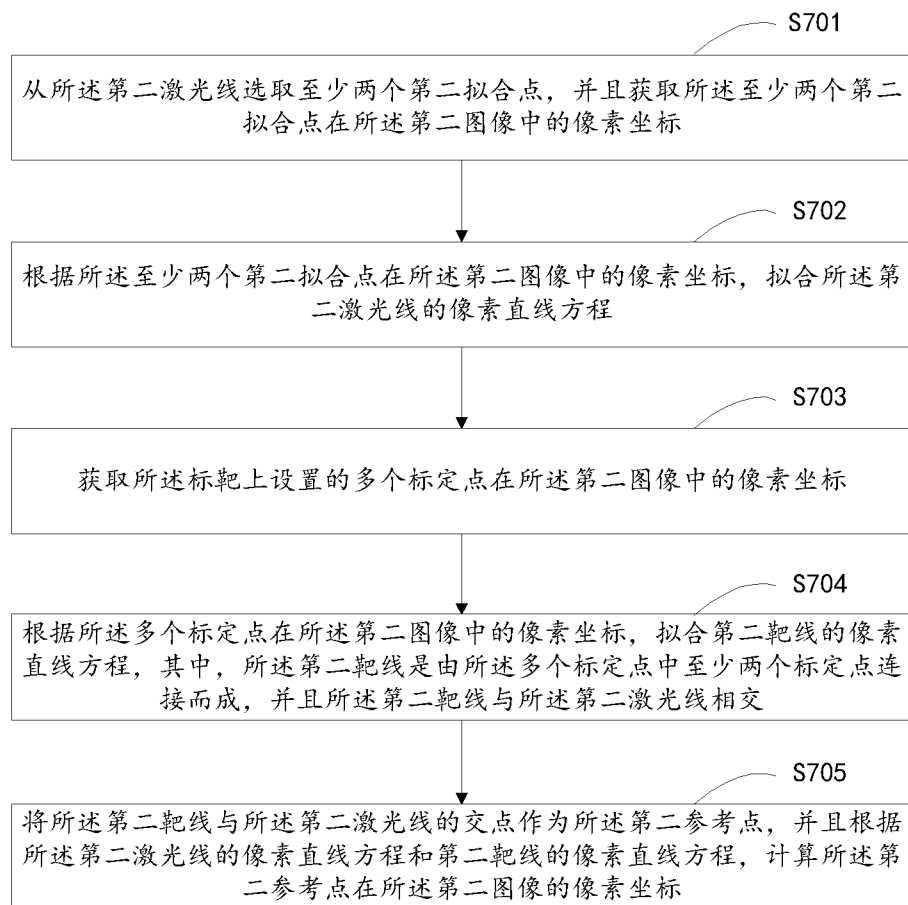


图 7

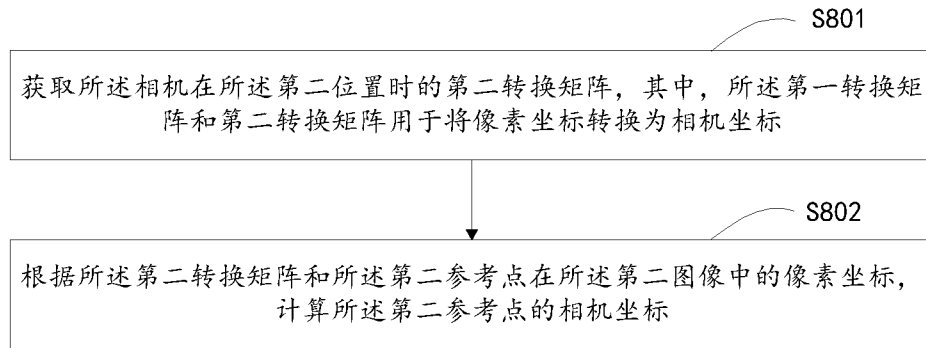


图 8



图 9

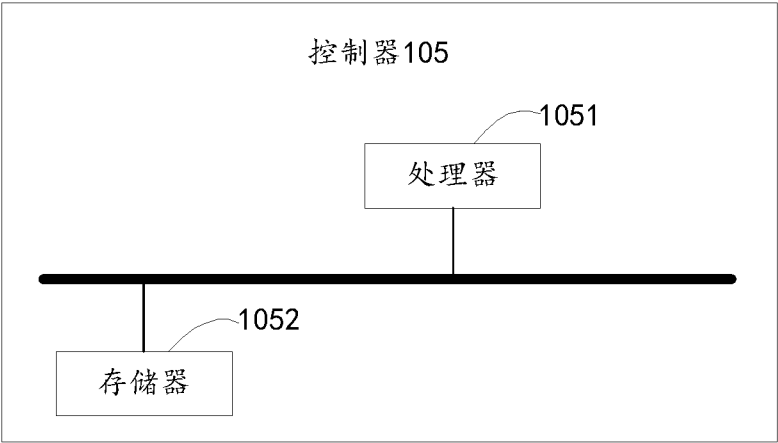


图 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/100796

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T 7/80(2017.01)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)

G06T 7/-, G01C

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)

DWPI, CNABS, SIPOABS, CNTXT, USTXT, CNKI: 道通, 激光, 标定, 激光器, 激光线, 线激光, 相机, 摄像头, 标靶, 靶标, 图像, 像素, 坐标, 平面方程, 矩阵, 转换, 世界坐标, 补光, 反光, 位姿, 调整, laser, calibration, line, camera, target, image, pixel, coordinate, plane equation, matrix, array, transformation, world coordinate, supplement, light, reflection, position, intersection, adjustment

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 111739104 A (AUTEL INTELLIGENT TECHNOLOGY CORP., LTD.) 02 October 2020 (2020-10-02) claims 1-15	1-15
X	CN 106056620 A (SOUTHWEST UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 26 October 2016 (2016-10-26) description, paragraphs [0023]-[0070]	1-15
A	CN 104197960 A (BEIHANG UNIVERSITY) 10 December 2014 (2014-12-10) entire document	1-15
A	CN 105091782 A (NANJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS) 25 November 2015 (2015-11-25) entire document	1-15
A	CN 110245599 A (SHENZHEN CHAOZHUN VISUAL TECHNOLOGY CO., LTD.) 17 September 2019 (2019-09-17) entire document	1-15



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

18 September 2021

Date of mailing of the international search report

26 September 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

International application No.

PCT/CN2021/100796**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 111062992 A (HANGZHOU DIANZI UNIVERSITY) 24 April 2020 (2020-04-24) entire document	1-15
A	US 8049779 B2 (QUEBEC CENTRE RECH IND.) 01 November 2011 (2011-11-01) entire document	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/100796

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	111739104	A	02 October 2020	None			
CN	106056620	A	26 October 2016	CN	106056620	B	19 October 2018
CN	104197960	A	10 December 2014	CN	104197960	B	08 August 2017
CN	105091782	A	25 November 2015	None			
CN	110245599	A	17 September 2019	None			
CN	111062992	A	24 April 2020	None			
US	8049779	B2	01 November 2011	US	7429999	B2	30 September 2008
				US	2005270375	A1	08 December 2005
				US	2008303906	A1	11 December 2008

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/100796

A. 主题的分类

G06T 7/80 (2017.01) 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)

G06T 7/-, G01C

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))

DWPI, CNABS, SIPOABS, CNTXT, USTXT, CNKI: 道通, 激光, 标定, 激光器, 激光线, 线激光, 相机, 摄像头, 标靶, 靶标, 图像, 像素, 坐标, 平面方程, 矩阵, 转换, 世界坐标, 补光, 反光, 位姿, 调整, laser, calibration, line, camera, target, image, pixel, coordinate, plane equation, matrix, array, transformation, world coordinate, supplement, light, reflection, position, intersection, adjustment

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
PX	CN 111739104 A (深圳市道通科技股份有限公司) 2020年 10月 2日 (2020 - 10 - 02) 权利要求1-15	1-15
X	CN 106056620 A (西南科技大学) 2016年 10月 26日 (2016 - 10 - 26) 说明书第23-70段	1-15
A	CN 104197960 A (北京航空航天大学) 2014年 12月 10日 (2014 - 12 - 10) 全文	1-15
A	CN 105091782 A (南京邮电大学) 2015年 11月 25日 (2015 - 11 - 25) 全文	1-15
A	CN 110245599 A (深圳市超准视觉科技有限公司) 2019年 9月 17日 (2019 - 09 - 17) 全文	1-15
A	CN 111062992 A (杭州电子科技大学) 2020年 4月 24日 (2020 - 04 - 24) 全文	1-15
A	US 8049779 B2 (QUEBEC CENTRE RECH IND) 2011年 11月 1日 (2011 - 11 - 01) 全文	1-15

☐ 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

2021年 9月 18日

国际检索报告邮寄日期

2021年 9月 26日

ISA/CN的名称和邮寄地址

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

传真号 (86-10)62019451

受权官员

田竞

电话号码 86-10-62411749

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/100796

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	111739104	A	2020年 10月 2日	无	
CN	106056620	A	2016年 10月 26日	CN 106056620	B 2018年 10月 19日
CN	104197960	A	2014年 12月 10日	CN 104197960	B 2017年 8月 8日
CN	105091782	A	2015年 11月 25日	无	
CN	110245599	A	2019年 9月 17日	无	
CN	111062992	A	2020年 4月 24日	无	
US	8049779	B2	2011年 11月 1日	US 7429999	B2 2008年 9月 30日
				US 2005270375	A1 2005年 12月 8日
				US 2008303906	A1 2008年 12月 11日