

(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
2020 年 6 月 4 日 (04.06.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/107480 A1

- (51) 国际专利分类号:
G06T 7/73 (2017.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2018/118778
- (22) 国际申请日: 2018 年 11 月 30 日 (30.11.2018)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 深圳市大疆创新科技有限公司 (SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。
- (72) 发明人: 叶长春 (YE, Changchun); 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。
周游 (ZHOU, You); 中国广东省深圳市南山区

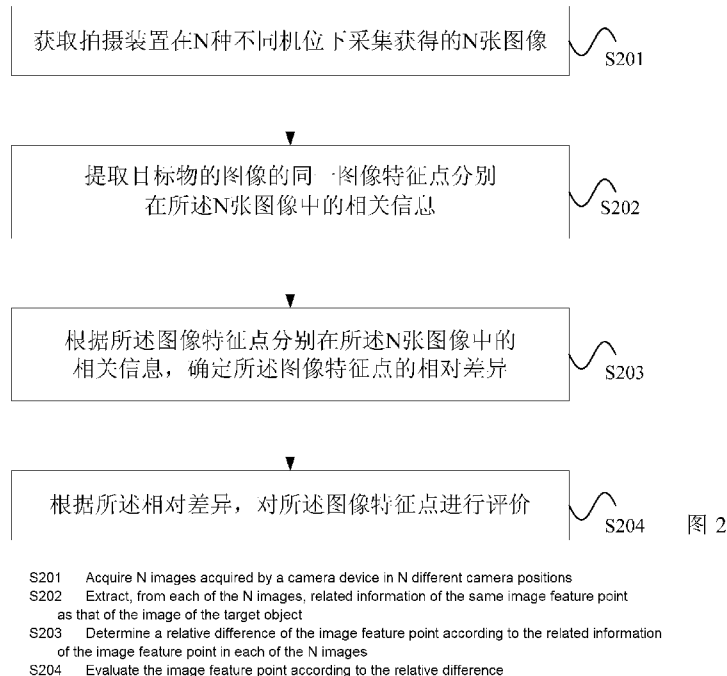
高新区南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。 翁一桢 (WENG, Yizhen); 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。

(74) 代理人: 北京同立钧成知识产权代理有限公司 (LEADER PATENT & TRADEMARK FIRM); 中国北京市海淀区西直门北大街32号枫蓝国际A座8F-6, Beijing 100082 (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, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,

(54) Title: IMAGE FEATURE POINT EVALUATION METHOD AND MOBILE PLATFORM

(54) 发明名称: 图像特征点的评价方法和可移动平台



(57) Abstract: An image feature point evaluation method and a mobile platform. The method comprises: acquiring N images acquired by a camera device in N different camera positions (S201), wherein each image comprises an image of a target object, and N is an integer greater than or equal to 2; extracting, from each of the N images, related information of the same image feature point as that of the image of the target object (S202); determining a relative difference of the image feature point according to the related information of the image feature point in each of the N images (S203); and evaluating the image feature point according to the relative difference

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,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, 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))。

(S204). Thus, an image feature point having high credibility is accurately evaluated and can be used by a mobile platform to track a target object, thereby improving the accuracy of target object tracking.

(57) 摘要: 一种图像特征点的评价方法和可移动平台, 所述方法包括: 获取拍摄装置在N种不同机位下采集获得的N张图像 (S201), 其中, 每张图像包括目标物的图像, 所述N为大于等于2的整数; 提取目标物的图像的同一图像特征点分别在所述N张图像中的相关信息 (S202); 根据所述图像特征点分别在所述N张图像中的相关信息, 确定所述图像特征点的相对差异 (S203); 根据所述相对差异, 对所述图像特征点进行评价 (S204)。因此可以准确地评价出可信度高的图像特征点, 可信度高的图像特征点可以用于可移动平台跟踪目标物, 从而可以提高跟踪目标物的准确性。

图像特征点的评价方法和可移动平台

技术领域

5 本发明实施例涉及图像处理领域，尤其涉及一种图像特征点的评价方法和可移动平台。

背景技术

10 计算机视觉算法中，一般对多帧图像提取目标物的图像特征点，并对多帧图像中提取的图像特征点进行匹配，以计算各图像特征点在世界坐标系下的三维坐标，在获得三维坐标后，应用于无人机领域，可以使得无人机根据三维坐标跟踪该目标物。

15 目前，在对图像特征点进行匹配时，需要判断该图像特征点的好坏，一般是根据该图像特征点自身的唯一性以及匹配契合程度来判断该图像特征点的好坏。其中，唯一性为在该图像特征点周围没有与其相似的其他图像特征点，匹配契合程度为该图像特征点和其他图像上与其匹配的图像特征点的相似度。

20 然而，通过上述方式，会造成多帧图像中判断出的好的图像特征点在匹配时实际上并不完全匹配，从而使得计算得到的图像特征点的三维坐标不准确，从而造成无法准确跟踪到目标物。

发明内容

25 本发明实施例提供一种图像特征点的评价方法和可移动平台，以实现准确地评价出可信度高的图像特征点，使可信度高的图像特征点可以用于可移动平台跟踪目标物，从而可以提高跟踪目标物的准确性。

第一方面，本发明实施例提供一种图像特征点的评价方法，应用于可移动平台，包括：

获取拍摄装置在 N 种不同机位下采集获得的 N 张图像，其中，每张图像包括目标物的图像，所述 N 为大于等于 2 的整数；

30 提取目标物的图像的同一图像特征点分别在所述 N 张图像中的相关信

息；

根据所述图像特征点分别在所述 N 张图像中的相关信息，确定所述图像特征点的相对差异；

根据所述相对差异，对所述图像特征点进行评价。

5 第二方面，本发明实施例提供一种可移动平台，包括：处理器和拍摄装置；

所述拍摄装置，用于置在 N 种不同机位下采集获得 N 张图像；

所述处理器，用于获取所述拍摄装置在 N 种不同机位下采集获得的 N 张图像，其中，每张图像包括目标物的图像，所述 N 为大于等于 2 的整数；提
10 取目标物的图像的同一图像特征点分别在所述 N 张图像中的相关信息；根据所述图像特征点分别在所述 N 张图像中的相关信息，确定所述图像特征点的相对差异；根据所述相对差异，对所述图像特征点进行评价。

第三方面，本发明实施例提供一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质存储有计算机程序，所述计算机程序包含至少一段代码，所述至少一段代码可由计算机执行，以控制所述计算机执行第一方面本发明实施例
15 所述的图像特征点的评价方法。

第四方面，本发明实施例提供一种计算机程序，当所述计算机程序被计算机执行时，用于实现第一方面本发明实施例所述的图像特征点的评价方法。

本发明实施例提供的图像特征点的评价方法和可移动平台，通过获取拍摄装置在 N 种不同机位下采集获得的 N 张图像，然后提取目标物的图像的同一图像特征点分别在 N 张图像中的相关信息，根据图像特征点分别在 N 张图像中的相关信息，确定图像特征点的相对差异，最后根据相对差异，对图像特征点进行评价。因此可以准确地评价出可信度高的图像特征点，可信度高的图像特征点可以用于可移动平台跟踪目标物，从而可以提高跟踪目标物的
20 准确性。

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作一简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在
30

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。

图 1 是根据本发明的实施例的无人飞行系统的示意性架构图；

图 2 为本发明一实施例提供的图像特征点的评价方法的流程图；

图 3 为本发明一实施例提供的可移动平台的结构示意图。

5

具体实施方式

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。基于
10 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。

需要说明的是，当组件被称为“固定于”另一个组件，它可以直接在另一个组件上或者也可以存在居中的组件。当一个组件被认为是“连接”另一个组件，它可以是直接连接到另一个组件或者可能同时存在居中组件。

15 除非另有定义，本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本发明的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中在本发明的说明书中所使用的术语只是为了描述具体的实施例的目的，不是旨在于限制本发明。本文所使用的术语“及 / 或”包括一个或多个相关的所列项目的任意的和所有的组合。

20 下面结合附图，对本发明的一些实施方式作详细说明。在不冲突的情况下，下述的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

本发明的实施例提供了图像特征点的评价方法和可移动平台。该可移动平台例如可以是无人机、无人船、无人汽车、机器人等。其中无人机例如可以是旋翼飞行器（rotorcraft），例如，由多个推动装置通过空气推动的多旋
25 翼飞行器，本发明的实施例并不限于此。

图 1 是根据本发明的实施例的无人飞行系统的示意性架构图。本实施例以旋翼无人机为例进行说明。

无人飞行系统 100 可以包括无人机 110、显示设备 130 和控制终端 140。其中，无人机 110 可以包括动力系统 150、飞行控制系统 160、机架和承载在
30 机架上的云台 120。无人机 110 可以与控制终端 140 和显示设备 130 进行无

线通信。

机架可以包括机身和脚架（也称为起落架）。机身可以包括中心架以及
与中心架连接的一个或多个机臂，一个或多个机臂呈辐射状从中心架延伸出。
脚架与机身连接，用于在无人机 110 着陆时起支撑作用。

5 动力系统 150 可以包括一个或多个电子调速器（简称为电调）151、一个
或多个螺旋桨 153 以及与一个或多个螺旋桨 153 相对应的一个或多个电机
152，其中电机 152 连接在电子调速器 151 与螺旋桨 153 之间，电机 152 和螺
旋桨 153 设置在无人机 110 的机臂上；电子调速器 151 用于接收飞行控制系
10 统 160 产生的驱动信号，并根据驱动信号提供驱动电流给电机 152，以控制
电机 152 的转速。电机 152 用于驱动螺旋桨旋转，从而为无人机 110 的飞行
提供动力，该动力使得无人机 110 能够实现一个或多个自由度的运动。在某
些实施例中，无人机 110 可以围绕一个或多个旋转轴旋转。例如，上述旋转
轴可以包括横滚轴（Roll）、偏航轴（Yaw）和俯仰轴（pitch）。应理解，电
机 152 可以是直流电机，也可以交流电机。另外，电机 152 可以是无刷电机，
15 也可以是有刷电机。

飞行控制系统 160 可以包括飞行控制器 161 和传感系统 162。传感系统
162 用于测量无人机的姿态信息，即无人机 110 在空间的位置信息和状态信
息，例如，三维位置、三维角度、三维速度、三维加速度和三维角速度等。
传感系统 162 例如可以包括陀螺仪、超声传感器、电子罗盘、惯性测量单元
20 （Inertial Measurement Unit, IMU）、视觉传感器、全球导航卫星系统和气压
计等传感器中的至少一种。例如，全球导航卫星系统可以是全球定位系统
（Global Positioning System, GPS）。飞行控制器 161 用于控制无人机 110 的
飞行，例如，可以根据传感系统 162 测量的姿态信息控制无人机 110 的飞行。
应理解，飞行控制器 161 可以按照预先编好的程序指令对无人机 110 进行控
25 制，也可以通过响应来自控制终端 140 的一个或多个控制指令对无人机 110
进行控制。

云台 120 可以包括电机 122。云台用于携带拍摄装置 123。飞行控制器
161 可以通过电机 122 控制云台 120 的运动。可选地，作为另一实施例，云
台 120 还可以包括控制器，用于通过控制电机 122 来控制云台 120 的运动。
30 应理解，云台 120 可以独立于无人机 110，也可以为无人机 110 的一部分。

应理解，电机 122 可以是直流电机，也可以是交流电机。另外，电机 122 可以是无刷电机，也可以是有刷电机。还应理解，云台可以位于无人机的顶部，也可以位于无人机的底部。

拍摄装置 123 例如可以是照相机或摄像机等用于捕获图像的设备，拍摄装置 123 可以与飞行控制器通信，并在飞行控制器的控制下进行拍摄。本实施例的拍摄装置 123 至少包括感光元件，该感光元件例如为互补金属氧化物半导体（Complementary Metal Oxide Semiconductor，CMOS）传感器或电荷耦合元件（Charge-coupled Device，CCD）传感器。可以理解，拍摄装置 123 也可直接固定于无人机 110 上，从而云台 120 可以省略。

显示设备 130 位于无人飞行系统 100 的地面端，可以通过无线方式与无人机 110 进行通信，并且可以用于显示无人机 110 的姿态信息。另外，还可以在显示设备 130 上显示拍摄装置拍摄的图像。应理解，显示设备 130 可以是独立的设备，也可以集成在控制终端 140 中。

控制终端 140 位于无人飞行系统 100 的地面端，可以通过无线方式与无人机 110 进行通信，用于对无人机 110 进行远程操纵。

应理解，上述对于无人飞行系统各组成部分的命名仅是出于标识的目的，并不应理解为对本发明的实施例的限制。

因此，无人机 110 可以识别拍摄装置 123 拍摄到的图像中的目标物，以对目标物进行跟踪。

图 2 为本发明一实施例提供的图像特征点的评价方法的流程图，如图 2 所示，本实施例的方法可以应用于可移动平台，本实施例的方法可以包括：

S201、获取拍摄装置在 N 种不同机位下采集获得的 N 张图像。

其中，每张图像包括目标物的图像，所述 N 为大于等于 2 的整数。

本实施例中，可移动平台中搭载有拍摄装置，拍摄装置可以用于采集图像，拍摄装置可以在 N 种不同机位下采集获得 N 张图像，其中，获得的每张图像中包括目标物的图像，N 为大于等于 2 的整数。例如：拍摄装置在不同的位姿下采集获得上述各图像，不同的位姿可以是拍摄装置处于不同的空间位置，或者，处于不同的旋转角度等，本实施例对此不做限定。

S202、提取目标物的图像的同一图像特征点分别在所述 N 张图像中的相关信息。

本实施例中，图像特征点为目标物上的特征点。可选的，图像特征点例如为 M 个， M 为大于等于 2 的整数。例如，针对每个图像特征点，通过拍摄装置在不同机位下拍摄该目标物时，在图像特征点没有被遮挡的情况下，同一个图像特征点（即目标物上同一个特征点）将呈现在每张图像上。可选地，

5 每张图像上的图像特征点的数量可能不同，例如，拍摄装置在不同机位下拍摄该目标物时，由于拍摄装置拍摄角度的变化和/或目标物的位移，导致目标物上的至少一个特征点无法被拍摄装置采集到，从而导致每张图像上的图像特征点（即目标物上的特征点）的数量不同。并且，同一个图像特征点在不同图像上的呈现时的相关信息不同，相关信息例如可以是该图像特征点在不同图像上的位置信息，该位置信息例如可以用图像特征点在图像上的实际二维坐标来表示。其中，实际二维坐标为目标物通过拍摄装置采集，获得目标物的图像后，可以实际测量得到的目标物上的特征点（即图像特征点）在图像上的位置在图像上设定的二维坐标系下的二维坐标。需要说明的是，每张图像上设定二维坐标系的方法相同。

15 S203、根据所述图像特征点分别在所述 N 张图像中的相关信息，确定所述图像特征点的相对差异。

S204、根据所述相对差异，对所述图像特征点进行评价。

本实施例中，本实施例中，在获得同一个图像特征点在每张图像上的相关信息之后，根据同一个图像特征点在每张图像上的相关信息，确定该图像特征点在所有 N 张图像中的相对差异。其中，相对差异例如为该图像特征点

20 在所有 N 张图像中的实际二维坐标之间的差异度，可以包括方差。然后根据该图像特征点的相对差异，对该图像特征点进行评价。例如：若相对差异小，则该图像特征点为可信度高的图像特征点，若相对差异大，则该图像特征点为可信度低的图像特征点。例如，对于一个图像特征点，当其相对差异为 1

25 时，认为该图像特征点为可信度高的图像特征点；当其相对差异为 20 时，认为该图像特征点为可信度低的图像特征点。然后，本实施例还可以根据可信度高的图像特征点来跟踪该目标物，以提高跟踪目标物的准确率。

在一些实施例中，由于图像特征点的个数为 M 个，上述 S204 的一种可能实现方式为：根据所述图像特征点的相对差异，以及其它图像特征点的相对差异，对所述图像特征点进行评价。本实施例中，在对一个图像特征点进

30

行评价时，不仅要参考该图像特征点的相对差异，还需要参考其它图像特征点的相对差异。可选的，其它图像特征点可以是其他 $M-1$ 个图像特征点，也可以是其他 $M-1$ 个图像特征点中的部分图像特征点，本发明实施例对此不限定。

- 5 可选的，根据所述图像特征点的相对差异，以及其它图像特征点的相对差异，对所述图像特征点进行评价的一种可能的实现方式为：若所述图像特征点的相对差异是所述图像特征点以及所述其它图像特征点的相对差异中相对差异最小的前 K 个图像特征点，则评价所述图像特征点为可信度高的图像特征点。其中， K 为大于等于 1 的整数。另外， K 的大小可以根据图像的复杂度、图像的亮度、所处的模式变动，以使选择出可信度高的图像特征点，
10 本实施例对此不做限定。

- 本实施例中，以其它图像特征点为其它 $M-1$ 个图像特征点为例进行说明，对 M 个图像特征点的相对差异进行比较，对这 M 个图像特征点的相对差异的大小进行排序，然后选取图像特征点的相对差异最小的前 K 个图像特征点，
15 若该图像特征点包含在图像特征点的相对差异最小的前 K 个图像特征点中，则说明该图像特征点为可信度高的图像特征点。若该图像特征点不包含在图像特征点的相对差异最小的前 K 个图像特征点中，则说明该图像特征点为可信度低的图像特征点。

- 在一些实施例中，上述 S204 的另一种可能实现方式为：若所述图像特征点的相对差异小于预设差异，则评价所述图像特征点为可信度高的图像特征点。
20 点。

- 本实施例中，通过设定预设差异，将图像特征点的相对差异与预设差异进行比较，若该图像特征点的相对差异小于预设差异，则说明该图像特征点为可信度高的图像特征点，若该图像特征点的相对差异大于或等于预设差异，
25 则说明该图像特征点为可信度低的图像特征点。

- 在一些实施例中，上述 S204 的另一种可能实现方式为：若所述图像特征点的相对差异小于预设差异，并且所述图像特征点的相对差异是所述图像特征点以及所述其它图像特征点的相对差异中相对差异最小的前 K 个图像特征点，则评价所述图像特征点为可信度高的图像特征点。

- 30 本实施例中，以其它图像特征点为其它 $M-1$ 个图像特征点为例进行说明，

先将 M 个图像特征点的相对差异与预设差异进行比较，获取相对差异小于预设差异的至少一个图像特征点。然后，对该至少一个图像特征点的相对差异进行比较，获得图像特征点的相对差异最小的前 K 个图像特征点，该前 K 个图像特征点为可信度高的图像特征点。需要说明的是，如果相对差异小于预设差异的图像特征点的数量小于 K 个，则不需要将相对差异小于预设差异的图像特征点的相对差异进行比较，即可确定相对差异小于预设差异的图像特征点均为可信度高的图像特征点。

本实施例提供的图像特征点的评价方法，通过获取拍摄装置在 N 种不同机位下采集获得的 N 张图像，然后提取目标物的图像的同一图像特征点分别在 N 张图像中的相关信息，根据图像特征点分别在 N 张图像中的相关信息，确定图像特征点的相对差异，最后根据相对差异，对图像特征点进行评价。因此可以准确地评价出可信度高的图像特征点，可信度高的图像特征点可以用于可移动平台跟踪目标物，从而可以提高跟踪目标物的准确性。

在一些实施例中，上述 S203 的一种可能实现方式包括 S2031-S2034：

S2031、获取所述图像特征点分别在所述 N 张图像中的实际二维坐标。

本实施例中，目标物的图像特征点 P 通过拍摄装置呈现在 N 张图像上的实际二维坐标分别用 P_1 、 P_2 、...、 P_N 表示，其中，图像特征点 P 在第 i 张图像上的实际二维坐标 P_i 例如为 (u_i, v_i) 。

S2032、确定与所述图像特征点在世界坐标系的三维坐标有关的所述图像特征点分别在所述 N 张图像中的理论二维坐标。

本实施例中，首先预定义图像特征点在世界坐标系的三维坐标，根据预定义的图像特征点在世界坐标系的三维坐标（需要说明的是，在此处该三维坐标的值暂时未知），以及三维坐标系下的图像特征点在分别投影到上述 N 张图像中的二维坐标系时三维坐标与二维坐标之间的转换关系，获得图像特征点在每张图像中的理论二维坐标。由于将三维坐标系下的图像特征点投影到不同图像的二维坐标系时，由于不同图像是拍摄装置在不同机位下采集获得的，所以其投影的角度不同，因此，同一图像特征点在 N 张图像中的理论二维坐标可能不同。例如，预定义目标物的图像特征点 P 在世界坐标系下的三维坐标为 $S(x, y, z)$ ，则可以获得该图像特征点 P 在第 i 张图像中的理论二维坐标为 (u_i', v_i') 。

可选的，S2032 的一种可能的实现方式为：针对每张图像，根据该图像对应的机位下的拍摄装置的位姿以及所述图像特征点在世界坐标系的三维坐标，确定所述图像特征点在该图像中的理论二维坐标。

本实施例中，针对 N 张图像中的每张图像，图像特征点在该图像中的理论二维坐标不仅与所述图像特征点在世界坐标系的三维坐标有关，还与该图像对应的机位下的拍摄装置的位姿有关。可选的，位姿包括旋转矩阵和位移矩阵。

例如，拍摄装置的 N 种不同机位分别表示为 C_1 、 C_2 、...、 C_N ，图像特征点 P 在机位 C_i 获下拍摄装置的位姿可以表示为 ${}^G_{C_i}R$ 和 ${}^G_{C_i}t_{C_i}$ ，其中， ${}^G_{C_i}R$ 表示旋转矩阵， ${}^G_{C_i}t_{C_i}$ 表示位移矩阵，G 表示世界坐标系的原点，该原点可以根据实际应用场景而定。

图像特征点 P 在第 i 张图像中的理论二维坐标可根据如下公式 1 获得：

$$\begin{bmatrix} u'_i \\ v'_i \\ 1 \end{bmatrix} = \pi \left({}^G_{C_i}R \left(S - {}^G_{C_i}t_{C_i} \right) \right) \quad \text{公式 1}$$

其中， ${}^G_{C_i}R \left(S - {}^G_{C_i}t_{C_i} \right)$ 为 3*1 的矩阵，由于

$$\pi \left({}^G_{C_i}R \left(S - {}^G_{C_i}t_{C_i} \right) \right) = \pi \left(\begin{bmatrix} a_i \\ b_i \\ c_i \end{bmatrix} \right) = \begin{bmatrix} a_i / c_i \\ b_i / c_i \\ c_i / c_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_i / c_i \\ b_i / c_i \\ 1 \end{bmatrix}, \quad \text{从而可以获得图像特征点 P 在第 i 张}$$

图像中的理论二维坐标。

S2033、根据所述图像特征点分别在所述 N 张图像中的实际二维坐标以及理论二维坐标，确定所述图像特征点分别在所述 N 张图像中所对应的理论三维坐标。

本实施例中，根据图像特征点 P 分别在 N 张图像中的实际二维坐标为： (u_1, v_1) 、 (u_2, v_2) 、...、 (u_N, v_N) 以及图像特征点 P 分别在 N 张图像中的理论二维坐标为： (u'_1, v'_1) 、 (u'_2, v'_2) 、...、 (u'_N, v'_N) ，确定该图像特征点 P 在世界坐标系中的三维坐标为 P (x、y、z)，确定所述图像特征点分别在所述 N 张图像中所对应的理论三维坐标分别为： (x'_1, y'_1, z'_1) 、 (x'_2, y'_2, z'_2) 、...、 (x'_N, y'_N, z'_N) 。

z_1')、 $(x_2'、y_2'、z_2')$ 、...、 $(x_N'、y_N'、z_N')$ 。

在一些实施例中，上述 S2033 的一种可能的实现方式为：根据所述图像特征点分别在所述 N 张图像中的实际二维坐标与理论二维坐标的误差之和最小，确定所述图像特征点在世界坐标系下的三维坐标；然后根据所述图像特征点在世界坐标系下的三维坐标，确定所述图像特征点分别在所述 N 张图像中所对应的理论三维坐标。

具体的，图像特征点 P 通过拍摄装置投影在每张图像上时，由于存在重投影误差，导致图像特征点 P 在每张图像上的测量得到的实际二维坐标和计算得到的理论二维坐标之间存在误差。又由于图像特征点 P 在每张图像上的理论二维坐标根据图像特征点 P 在世界坐标系下的三维坐标获得。因此，通过调整图像特征点 P 在世界坐标系下的三维坐标可以改变图像特征点 P 在每张图像上的理论二维坐标，从而使图像特征点 P 在每张图像上的实际二维坐标和理论二维坐标之间存在误差之和发生变化，从而当图像特征点 P 在每张图像上的实际二维坐标和理论二维坐标之间存在误差之和最小时，可以认为此时对应的图像特征点 P 在世界坐标系下的三维坐标最接近图像特征点 P 在世界坐标系下真实三维坐标。因此，可将该三维坐标认为是图像特征点 P 在世界坐标系下的真实三维坐标。其中，可根据公式 2 调整图像特征点 P 在世界坐标系下的三维坐标，获得使图像特征点 P 在每张图像上的实际二维坐标和理论二维坐标之间存在误差之和最小时的三维坐标的具体值。

$$\arg \min_{(x,y,z)} \sum_{i=1}^N \left[(u_i - u_i')^2 + (v_i - v_i')^2 \right] \quad \text{公式 2}$$

确定图像特征点 P 在世界坐标系下的三维坐标的具体值后，根据所述图像特征点在世界坐标系下的三维坐标的具体值，即可确定图像特征点 P 分别在 N 张图像中所对应的理论三维坐标 $(x_1'、y_1'、z_1')$ 、 $(x_2'、y_2'、z_2')$ 、...、 $(x_N'、y_N'、z_N')$ 。

可选的，根据所述图像特征点在世界坐标系下的三维坐标，确定所述图像特征点分别在所述 N 张图像中所对应的理论三维坐标的一种可能的实现方式为：针对每张图像，根据该图像对应的机位下的拍摄装置的位姿以及所述图像特征点在世界坐标系的三维坐标，确定所述图像特征点在该图像中的理论三维坐标。

其中，已获得图像特征点 P 在世界坐标系下的三维坐标 $(x、y、z)$ 的具

体值，其在第 i 张图像中的理论三维坐标为 (x'_i, y'_i, z'_i) ，图像特征点 P 在第 i 张图像中的理论二维坐标为 (u'_i, v'_i) 。另外，图像特征点 P 在第 i 张图像中的理论三维坐标与其在第 i 张图像中的理论二维坐标之间的关系如公式 3 所示：

$$\begin{bmatrix} u'_i \\ v'_i \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x'_i / z'_i \\ y'_i / z'_i \\ z'_i / z'_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x'_i / z'_i \\ y'_i / z'_i \\ 1 \end{bmatrix} = \pi \left(\begin{bmatrix} x'_i \\ y'_i \\ z'_i \end{bmatrix} \right) \quad \text{公式 3}$$

又由于 $\pi \left({}^c_g R (S - {}^g t_{C_i}) \right) = \pi \left(\begin{bmatrix} x'_i \\ y'_i \\ z'_i \end{bmatrix} \right)$ ，因此，图像特征点 P 在第 i 张图像中的理论三维坐标可通过如下公式 4 获得：

$$\begin{bmatrix} x'_i \\ y'_i \\ z'_i \end{bmatrix} = {}^c_g R (S - {}^g t_{C_i}) \quad \text{公式 4}$$

S2034、根据所述图像特征点分别在所述 N 张图像中所对应的理论三维坐标，确定所述图像特征点的相对差异。

在获得图像特征点分别在所述 N 张图像中所对应的理论三维坐标之后，根据这些理论三维坐标，可确定图像特征点在所有 N 张图像中的相对差异。

在一些实施例中，S2034 的一种可能的实现方式为：针对每张图像，根据所述图像特征点在该图像中所对应的理论三维坐标，确定所述图像特征点在所述图像中所对应的雅克比矩阵；将所述图像特征点分别在所述 N 张图像中所对应的雅克比矩阵作为列元素按照列向量的方式组合，生成组合矩阵；根据所述组合矩阵，确定所述图像特征点的相对差异。

本实施例中，针对 N 张图像中的每张图像，根据所述图像特征点在该图像中所对应的理论三维坐标，确定所述图像特征点在所述图像中所对应的雅克比矩阵。可选地，雅克比矩阵为 2×3 的矩阵。

具体的，图像特征点 P 在第 i 张图像中的雅克比矩阵 J_i 如公式 5 所示：

$$J_i = \begin{bmatrix} \frac{1}{z'_i} & 0 & -\frac{x'_i}{z'^2_i} \\ 0 & \frac{1}{z'_i} & -\frac{y'_i}{z'^2_i} \end{bmatrix} {}^c_g R \quad \text{公式 5}$$

其中, x_i' 、 y_i' 、 z_i' 分别为图像特征点 P 在第 i 张图像中所对应的理论三维坐标的坐标值, ${}^c_iR$ 表示第 i 张图像对应的旋转矩阵。通过上述方式, 可以获得图像特征点 P 在 N 张图像中每张图像中的雅克比矩阵: J_1 、 J_2 、...、 J_N 。

再将所述图像特征点分别在所述 N 张图像中所对应的雅克比矩阵作为列元素按照列向量的方式组合, 生成组合矩阵 J , 组合矩阵 J 如公式 6 所示:

$$J = \begin{bmatrix} J_1 \\ J_2 \\ \vdots \\ J_N \end{bmatrix} \quad \text{公式 6}$$

然后根据组合矩阵, 确定图像特征点 P 的相对差异。可选地, 根据组合矩阵, 确定图像特征点 P 的相对差异的一种可能的实现方式为: 根据所述组合矩阵, 获得所述组合矩阵的转置矩阵; 根据所述转置矩阵与所述组合矩阵的乘积的逆矩阵, 确定所述图像特征点的相对差异。

本实施例中, 组合矩阵 J 的转置矩阵 J^T , 则转置矩阵与组合矩阵的乘积的逆矩阵用 Q 表示, 则逆矩阵 Q 为公式 7:

$$Q = (J^T J)^{-1} \quad \text{公式 7}$$

然后根据上述逆矩阵 Q , 确定图像特征点 P 的相对差异。例如: 在获得逆矩阵 Q 之后, 获取所述逆矩阵的主对角线上的元素; 根据所述逆矩阵的主对角线上的元素, 确定所述图像特征点的相对差异。本实施例, 根据公式 7 可知, 逆矩阵 Q 为行数和列数相等的方阵, 因此, 可获取逆矩阵 Q 的主对角线上的元素, 根据逆矩阵 Q 的主对角线上的元素, 确定图像特征点 P 的相对差异。

可选的, 根据逆矩阵 Q 的主对角线上的元素, 确定图像特征点 P 的相对差异的一种可能的实现方式为: 将所述逆矩阵的主对角线上的元素求和后开平方后获得的值作为所述图像特征点的相对差异。

本实施例中, 逆矩阵 Q 的主对角线上的元素 Q_{ii} , 其中, j 为元素 Q_{ii} 所在的行数或列数。因此, 图像特征点 P 的相对差异可由公式 8 计算获得:

$$DOP = \sqrt{\sum_{j=1}^m Q_{jj}} \quad \text{公式 8}$$

其中, m 为逆矩阵 Q 的行数或列数, DOP 表示图像特征点 P 的相对差异。

可选的，确定图像特征点 P 在世界坐标系下的三维坐标的具体值后，根据所述图像特征点在世界坐标系下的三维坐标的具体值，确定图像特征点 P 分别在 N 张图像中所对应的理论二维坐标： (u_1', v_1') 、 (u_2', v_2') 、...、 (u_N', v_N') 。然后计算图像特征点 P 在每张图像上的实际二维坐标和理论二维坐标之间的差异，并根据公式 9 获得差异之和（即图像特征点 P 的相对差异）：

$$DOP = \sum_{i=1}^N [(u_i - u_i')^2 + (v_i - v_i')^2] \quad \text{公式 9}$$

其中， DOP 表示图像特征点 P 的相对差异。

本发明实施例中还提供了一种计算机存储介质，该计算机存储介质中存储有程序指令，所述程序执行时可包括如图 2 及其对应实施例中的图像特征点的评价方法的部分或全部步骤。

图 3 为本发明一实施例提供的可移动平台的结构示意图，如图 3 所示，本实施例的可移动平台 300 可以包括：处理器 301 和拍摄装置 302。其中，处理器 301 和拍摄装置 302 通过总线连接。

所述拍摄装置 302，用于在 N 种不同机位下采集获得 N 张图像。

所述处理器 301，用于获取所述拍摄装置 302 在 N 种不同机位下采集获得的 N 张图像，其中，每张图像包括目标物的图像，所述 N 为大于等于 2 的整数；提取目标物的图像的同一图像特征点分别在所述 N 张图像中的相关信息；根据所述图像特征点分别在所述 N 张图像中的相关信息，确定所述图像特征点的相对差异；根据所述相对差异，对所述图像特征点进行评价。

在一些实施例中，所述图像特征点为 M 个， M 为大于等于 2 的整数，所述处理器 301 在根据所述相对差异，对所述图像特征点进行评价时，具体用于：

根据所述图像特征点的相对差异，以及其它图像特征点的相对差异，对所述图像特征点进行评价。

在一些实施例中，所述处理器 301 在根据所述图像特征点的相对差异，以及其它图像特征点的相对差异，对所述图像特征点进行评价时，具体用于：

若所述图像特征点的相对差异是所述图像特征点以及所述其它图像特征点的相对差异中相对差异最小的前 K 个图像特征点，则评价所述图像特征点为可信度高的图像特征点；

其中， K 为大于等于 1 的整数。

所述处理器 301 在根据所述相对差异，对所述图像特征点进行评价时，具体用于：

5 若所述图像特征点的相对差异小于预设差异，则评价所述图像特征点为可信度高的图像特征点。

在一些实施例中，所述处理器 301，还用于选择可信度高的图像特征点用于跟踪所述目标物。

在一些实施例中，所述处理器 301 在根据所述图像特征点分别在所述 N 张图像中的相关信息，确定所述图像特征点的相对差异时，具体用于：

10 获取所述图像特征点分别在所述 N 张图像中的实际二维坐标；

确定与所述图像特征点在世界坐标系的三维坐标有关的所述图像特征点分别在所述 N 张图像中的理论二维坐标；

根据所述图像特征点分别在所述 N 张图像中的实际二维坐标以及理论二维坐标，确定所述图像特征点分别在所述 N 张图像中所对应的理论三维坐标；

15 根据所述图像特征点分别在所述 N 张图像中所对应的理论三维坐标，确定所述图像特征点的相对差异。

在一些实施例中，所述处理器 301 在根据所述图像特征点分别在所述 N 张图像中所对应的理论三维坐标，确定所述图像特征点的相对差异时，具体用于：

20 针对每张图像，根据所述图像特征点在该图像中所对应的理论三维坐标，确定所述图像特征点在所述图像中所对应的雅克比矩阵；

将所述图像特征点分别在所述 N 张图像中所对应的雅克比矩阵作为列元素按照列向量的方式组合，生成组合矩阵；

根据所述组合矩阵，确定所述图像特征点的相对差异。

25 在一些实施例中，所述处理器 301 在根据所述组合矩阵，确定所述图像特征点的相对差异时，具体用于：

根据所述组合矩阵，获得所述组合矩阵的转置矩阵；

根据所述转置矩阵与所述组合矩阵的乘积的逆矩阵，确定所述图像特征点的相对差异。

30 在一些实施例中，所述处理器 301 在根据所述转置矩阵与所述组合矩阵

的乘积的逆矩阵，确定所述图像特征点的相对差异时，具体用于：

获取所述逆矩阵的主对角线上的元素；

根据所述逆矩阵的主对角线上的元素，确定所述图像特征点的相对差异。

在一些实施例中，所述处理器 301 根据所述逆矩阵的主对角线上的元素，

5 确定所述图像特征点的相对差异时，具体用于：

将所述逆矩阵的主对角线上的元素求和后开平方后获得的值作为所述图像特征点的相对差异。

在一些实施例中，所述雅克比矩阵为 2×3 的矩阵。

10 在一些实施例中，所述处理器 301 在确定与所述图像特征点在世界坐标系的三维坐标有关的所述图像特征点分别在所述 N 张图像中的理论二维坐标时，具体用于：

针对每张图像，根据该图像对应的机位下的拍摄装置 302 的位姿以及所述图像特征点在世界坐标系的三维坐标，确定所述图像特征点在该图像中的理论二维坐标。

15 在一些实施例中，所述处理器 301 在根据所述图像特征点分别在所述 N 张图像中的实际二维坐标以及理论二维坐标，确定所述图像特征点分别在所述 N 张图像中所对应的理论三维坐标时，具体用于：

根据所述图像特征点分别在所述 N 张图像中的实际二维坐标与理论二维坐标的误差之和最小，确定所述图像特征点在世界坐标系下的三维坐标；

20 根据所述图像特征点在世界坐标系下的三维坐标，确定所述图像特征点分别在所述 N 张图像中所对应的理论三维坐标。

在一些实施例中，所述处理器 301 在根据所述图像特征点在世界坐标系下的三维坐标，确定所述图像特征点分别在所述 N 张图像中所对应的理论三维坐标时，具体用于：

25 针对每张图像，根据该图像对应的机位下的拍摄装置 302 的位姿以及所述图像特征点在世界坐标系的三维坐标，确定所述图像特征点在该图像中的理论三维坐标。

在一些实施例中，所述位姿包括旋转矩阵和位移矩阵。

30 本实施例的可移动平台，可以用于执行本发明上述各方法实施例中可移动平台的技术方案，其实现原理和技术效果类似，此处不再赘述。

本领域普通技术人员可以理解：实现上述方法实施例的全部或部分步骤可以通过程序指令相关的硬件来完成，前述的程序可以存储于一计算机可读存储介质中，该程序在执行时，执行包括上述方法实施例的步骤；而前述的存储介质包括：只读内存（Read-Only Memory, ROM）、随机存取存储器（Random Access Memory, RAM）、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

最后应说明的是：以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述各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，或者对其中部分或者全部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 书

1、一种图像特征点的评价方法，其特征在于，包括：

获取拍摄装置在 N 种不同机位下采集获得的 N 张图像，其中，每张图像包括目标物的图像，所述 N 为大于等于 2 的整数；

5 提取目标物的图像的同一图像特征点分别在所述 N 张图像中的相关信息；

根据所述图像特征点分别在所述 N 张图像中的相关信息，确定所述图像特征点的相对差异；

根据所述相对差异，对所述图像特征点进行评价。

10 2、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述图像特征点为 M 个， M 为大于等于 2 的整数，所述根据所述相对差异，对所述图像特征点进行评价，包括：

根据所述图像特征点的相对差异，以及其它图像特征点的相对差异，对所述图像特征点进行评价。

15 3、根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述根据所述图像特征点的相对差异，以及其它图像特征点的相对差异，对所述图像特征点进行评价，包括：

若所述图像特征点的相对差异是所述图像特征点以及所述其它图像特征点的相对差异中相对差异最小的前 K 个图像特征点，则评价所述图像特征点
20 为可信度高的图像特征点；

其中， K 为大于等于 1 的整数。

4、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述根据所述相对差异，对所述图像特征点进行评价，包括：

若所述图像特征点的相对差异小于预设差异，则评价所述图像特征点为
25 可信度高的图像特征点。

5、根据权利要求 3 或 4 所述的方法，其特征在于，还包括：

选择可信度高的图像特征点用于跟踪所述目标物。

6、根据权利要求 1-5 任一项所述的方法，其特征在于，所述根据所述图像特征点分别在所述 N 张图像中的相关信息，确定所述图像特征点的相对差异，包括：
30

获取所述图像特征点分别在所述 N 张图像中的实际二维坐标;

确定与所述图像特征点在世界坐标系的三维坐标有关的所述图像特征点分别在所述 N 张图像中的理论二维坐标;

根据所述图像特征点分别在所述 N 张图像中的实际二维坐标以及理论二维坐标,确定所述图像特征点分别在所述 N 张图像中所对应的理论三维坐标;

根据所述图像特征点分别在所述 N 张图像中所对应的理论三维坐标,确定所述图像特征点的相对差异。

7、根据权利要求 6 所述的方法,其特征在于,所述根据所述图像特征点分别在所述 N 张图像中所对应的理论三维坐标,确定所述图像特征点的相对差异,包括:

针对每张图像,根据所述图像特征点在该图像中所对应的理论三维坐标,确定所述图像特征点在所述图像中所对应的雅克比矩阵;

将所述图像特征点分别在所述 N 张图像中所对应的雅克比矩阵作为列元素按照列向量的方式组合,生成组合矩阵;

根据所述组合矩阵,确定所述图像特征点的相对差异。

8、根据权利要求 7 所述的方法,其特征在于,所述根据所述组合矩阵,确定所述图像特征点的相对差异,包括:

根据所述组合矩阵,获得所述组合矩阵的转置矩阵;

根据所述转置矩阵与所述组合矩阵的乘积的逆矩阵,确定所述图像特征点的相对差异。

9、根据权利要求 8 所述的方法,其特征在于,所述根据所述转置矩阵与所述组合矩阵的乘积的逆矩阵,确定所述图像特征点的相对差异,包括:

获取所述逆矩阵的主对角线上的元素;

根据所述逆矩阵的主对角线上的元素,确定所述图像特征点的相对差异。

10、根据权利要求 9 所述的方法,其特征在于,所述根据所述逆矩阵的主对角线上的元素,确定所述图像特征点的相对差异,包括:

将所述逆矩阵的主对角线上的元素求和后开平方后获得的值作为所述图像特征点的相对差异。

11、根据权利要求 7-10 任一项所述的方法,其特征在于,所述雅克比矩阵为 2×3 的矩阵。

12、根据权利要求 6 所述的方法，其特征在于，所述确定与所述图像特征点在世界坐标系的三维坐标有关的所述图像特征点分别在所述 N 张图像中的理论二维坐标，包括：

5 针对每张图像，根据该图像对应的机位下的拍摄装置的位姿以及所述图像特征点在世界坐标系的三维坐标，确定所述图像特征点在该图像中的理论二维坐标。

13、根据权利要求 6 所述的方法，其特征在于，所述根据所述图像特征点分别在所述 N 张图像中的实际二维坐标以及理论二维坐标，确定所述图像特征点分别在所述 N 张图像中所对应的理论三维坐标，包括：

10 根据所述图像特征点分别在所述 N 张图像中的实际二维坐标与理论二维坐标的误差之和最小，确定所述图像特征点在世界坐标系下的三维坐标；

根据所述图像特征点在世界坐标系下的三维坐标，确定所述图像特征点分别在所述 N 张图像中所对应的理论三维坐标。

14、根据权利要求 13 所述的方法，其特征在于，所述根据所述图像特征点在世界坐标系下的三维坐标，确定所述图像特征点分别在所述 N 张图像中所对应的理论三维坐标，包括：

针对每张图像，根据该图像对应的机位下的拍摄装置的位姿以及所述图像特征点在世界坐标系的三维坐标，确定所述图像特征点在该图像中的理论三维坐标。

20 15、根据权利要求 12 或 14 所述的方法，其特征在于，所述位姿包括旋转矩阵和位移矩阵。

16、一种可移动平台，其特征在于，包括：处理器和拍摄装置；

所述拍摄装置，用于置在 N 种不同机位下采集获得 N 张图像；

25 所述处理器，用于获取所述拍摄装置在 N 种不同机位下采集获得的 N 张图像，其中，每张图像包括目标物的图像，所述 N 为大于等于 2 的整数；提取目标物的图像的同一图像特征点分别在所述 N 张图像中的相关信息；根据所述图像特征点分别在所述 N 张图像中的相关信息，确定所述图像特征点的相对差异；根据所述相对差异，对所述图像特征点进行评价。

30 17、根据权利要求 16 所述的可移动平台，其特征在于，所述图像特征点为 M 个，M 为大于等于 2 的整数，所述处理器在根据所述相对差异，对所述

图像特征点进行评价时，具体用于：

根据所述图像特征点的相对差异，以及其它图像特征点的相对差异，对所述图像特征点进行评价。

18、根据权利要求 17 所述的可移动平台，其特征在于，所述处理器在根据所述图像特征点的相对差异，以及其它图像特征点的相对差异，对所述图像特征点进行评价时，具体用于：

若所述图像特征点的相对差异是所述图像特征点以及所述其它图像特征点的相对差异中相对差异最小的前 K 个图像特征点，则评价所述图像特征点为可信度高的图像特征点；

10 其中， K 为大于等于 1 的整数。

19、根据权利要求 16 所述的可移动平台，其特征在于，所述处理器在根据所述相对差异，对所述图像特征点进行评价时，具体用于：

若所述图像特征点的相对差异小于预设差异，则评价所述图像特征点为可信度高的图像特征点。

15 20、根据权利要求 18 或 19 所述的可移动平台，其特征在于，所述处理器还用于，选择可信度高的图像特征点用于跟踪所述目标物。

21、根据权利要求 16-20 任一项所述的可移动平台，其特征在于，所述处理器在根据所述图像特征点分别在所述 N 张图像中的相关信息，确定所述图像特征点的相对差异时，具体用于：

20 获取所述图像特征点分别在所述 N 张图像中的实际二维坐标；

确定与所述图像特征点在世界坐标系的三维坐标有关的所述图像特征点分别在所述 N 张图像中的理论二维坐标；

根据所述图像特征点分别在所述 N 张图像中的实际二维坐标以及理论二维坐标，确定所述图像特征点分别在所述 N 张图像中所对应的理论三维坐标；

25 根据所述图像特征点分别在所述 N 张图像中所对应的理论三维坐标，确定所述图像特征点的相对差异。

22、根据权利要求 21 所述的可移动平台，其特征在于，所述处理器在根据所述图像特征点分别在所述 N 张图像中所对应的理论三维坐标，确定所述图像特征点的相对差异时，具体用于：

30 针对每张图像，根据所述图像特征点在该图像中所对应的理论三维坐标，

确定所述图像特征点在所述图像中所对应的雅克比矩阵；

将所述图像特征点分别在所述 N 张图像中所对应的雅克比矩阵作为列元素按照列向量的方式组合，生成组合矩阵；

根据所述组合矩阵，确定所述图像特征点的相对差异。

- 5 23、根据权利要求 22 所述的可移动平台，其特征在于，所述处理器在根据所述组合矩阵，确定所述图像特征点的相对差异时，具体用于：

根据所述组合矩阵，获得所述组合矩阵的转置矩阵；

根据所述转置矩阵与所述组合矩阵的乘积的逆矩阵，确定所述图像特征点的相对差异。

- 10 24、根据权利要求 23 所述的可移动平台，其特征在于，所述处理器在根据所述转置矩阵与所述组合矩阵的乘积的逆矩阵，确定所述图像特征点的相对差异时，具体用于：

获取所述逆矩阵的主对角线上的元素；

根据所述逆矩阵的主对角线上的元素，确定所述图像特征点的相对差异。

- 15 25、根据权利要求 24 所述的可移动平台，其特征在于，所述处理器根据所述逆矩阵的主对角线上的元素，确定所述图像特征点的相对差异时，具体用于：

将所述逆矩阵的主对角线上的元素求和后开平方后获得的值作为所述图像特征点的相对差异。

- 20 26、根据权利要求 22-25 任一项所述的可移动平台，其特征在于，所述雅克比矩阵为 2×3 的矩阵。

27、根据权利要求 21 所述的可移动平台，其特征在于，所述处理器在确定与所述图像特征点在世界坐标系的三维坐标有关的所述图像特征点分别在所述 N 张图像中的理论二维坐标时，具体用于：

- 25 针对每张图像，根据该图像对应的机位下的拍摄装置的位姿以及所述图像特征点在世界坐标系的三维坐标，确定所述图像特征点在该图像中的理论二维坐标。

- 28、根据权利要求 21 所述的可移动平台，其特征在于，所述处理器在根据所述图像特征点分别在所述 N 张图像中的实际二维坐标以及理论二维坐标，确定所述图像特征点分别在所述 N 张图像中所对应的理论三维坐标时，
- 30

具体用于：

根据所述图像特征点分别在所述 N 张图像中的实际二维坐标与理论二维坐标的误差之和最小，确定所述图像特征点在世界坐标系下的三维坐标；

根据所述图像特征点在世界坐标系下的三维坐标，确定所述图像特征点
5 分别在所述 N 张图像中所对应的理论三维坐标。

29、根据权利要求 28 所述的可移动平台，其特征在于，所述处理器在根据所述图像特征点在世界坐标系下的三维坐标，确定所述图像特征点分别在所述 N 张图像中所对应的理论三维坐标时，具体用于：

针对每张图像，根据该图像对应的机位下的拍摄装置的位姿以及所述图
10 像特征点在世界坐标系的三维坐标，确定所述图像特征点在该图像中的理论三维坐标。

30、根据权利要求 27 或 29 所述的可移动平台，其特征在于，所述位姿包括旋转矩阵和位移矩阵。

31、一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机可读存储介质
15 存储有计算机程序，所述计算机程序包含至少一段代码，所述至少一段代码可由计算机执行，以控制所述计算机执行根据权利要求 1-15 任一项所述的图像特征点的评价方法。

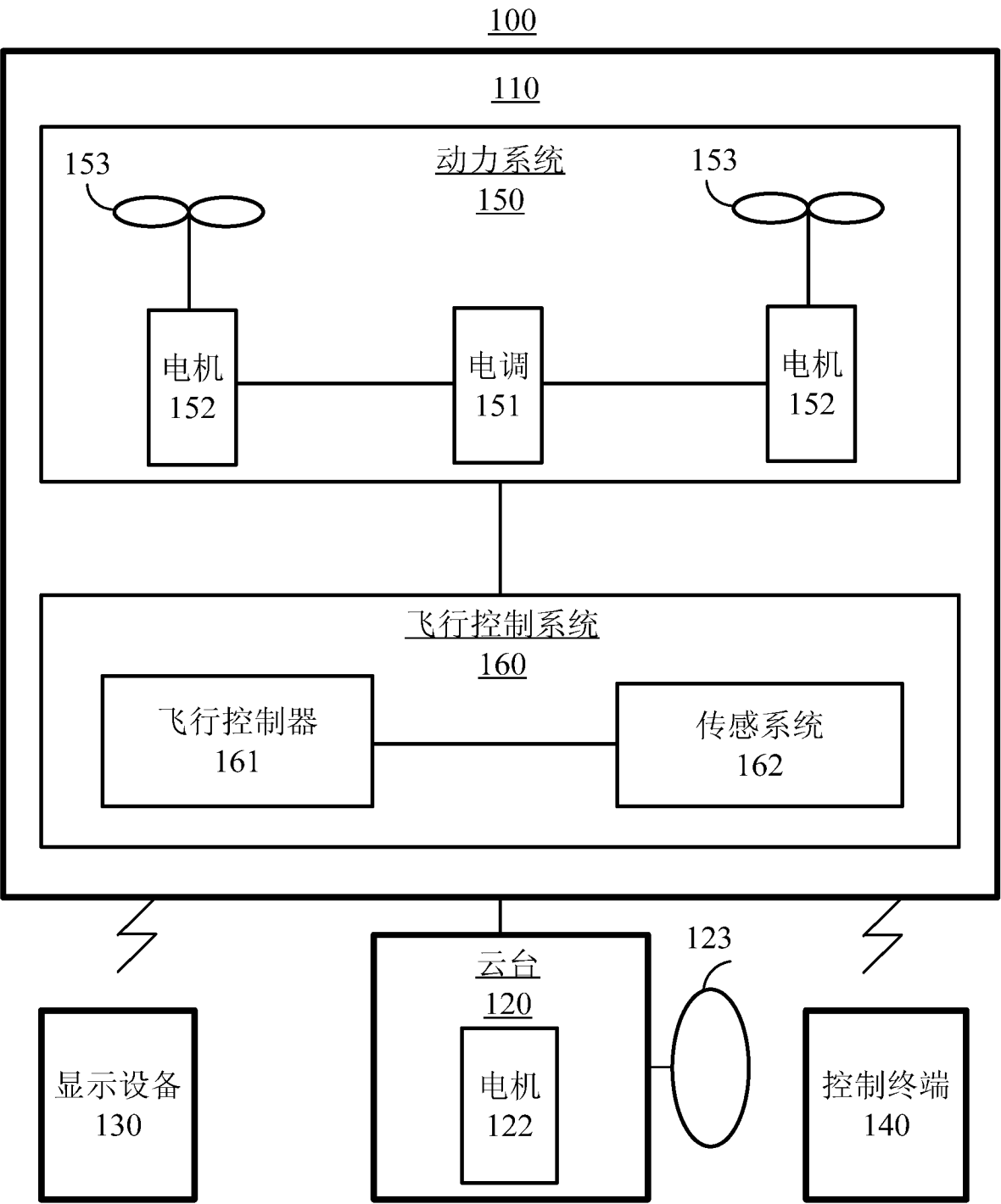


图 1

2/3

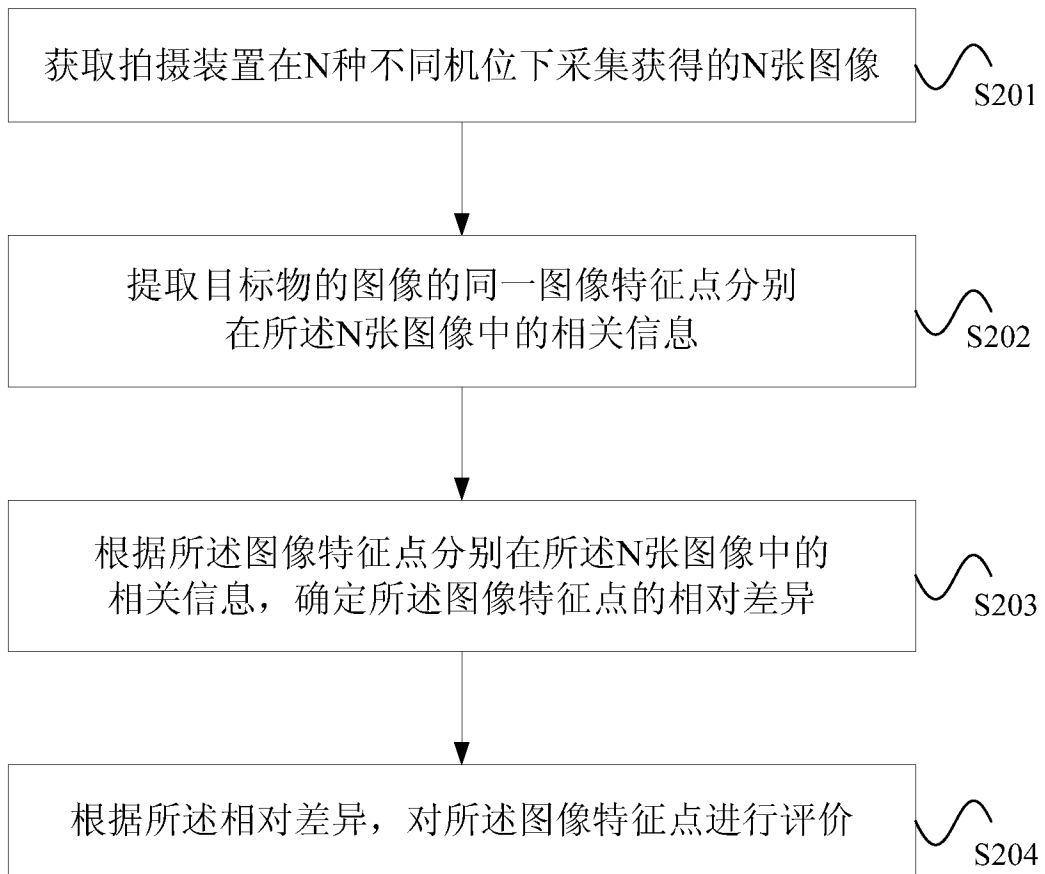


图 2

3/3

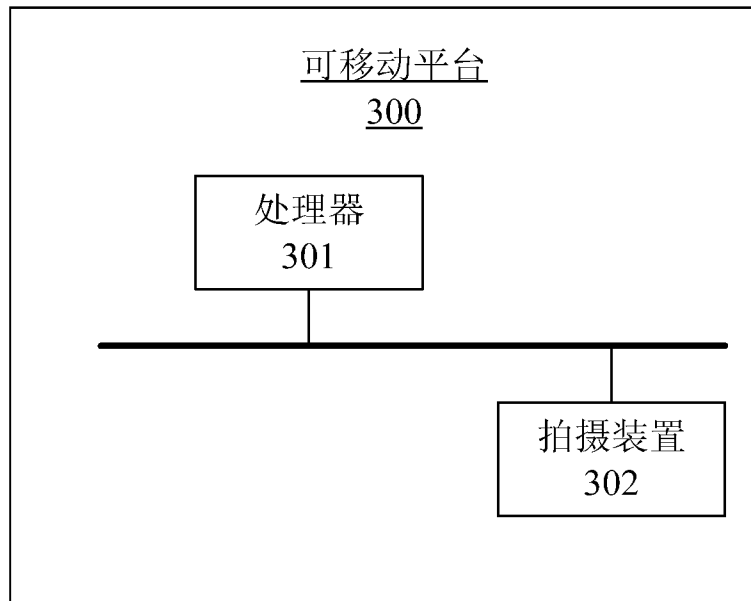


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/118778

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T 7/73(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; G06K

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)

WPI, EPODOC, CNKI, CNPAT, IEEE, GOOGLE: 图像, 特征点, 坐标, 差异, 跟踪, 追踪, image, feature, point, coordinate, difference, track

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 108304758 A (TENCENT TECHNOLOGY SHENZHEN CO., LTD.) 20 July 2018 (2018-07-20) description, paragraphs 0034-0105, and figure 2A	1-31
Y	CN 105046749 A (SHENZHEN SHENZHOU LONG INFORMATION SERVICE CO., LTD.) 11 November 2015 (2015-11-11) description, paragraphs 0041-0047, and figures 1-5	1-31
A	US 2016178936 A1 (MULTIMEDIA IMAGE SOLUTION LIMITED) 23 June 2016 (2016-06-23) entire document	1-31
A	US 2017180627 A1 (SK HYNIX INC.) 22 June 2017 (2017-06-22) entire document	1-31



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

01 August 2019

Date of mailing of the international search report

28 August 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

State Intellectual Property Office of the P. R. China
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/CN2018/118778

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	108304758	A	20 July 2018	WO	2018233438	A1	27 December 2018
CN	105046749	A	11 November 2015	None			
US	2016178936	A1	23 June 2016	None			
US	2017180627	A1	22 June 2017	KR	20170072428	A	27 June 2017

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/118778

A. 主题的分类

G06T 7/73 (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; G06K

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))

WPI, EPDOC, CNKI, CNPAT, IEEE, GOOGLE: 图像, 特征点, 坐标, 差异, 跟踪, 追踪, image, feature, point, coordinate, difference, track

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 108304758 A (腾讯科技深圳有限公司) 2018年 7月 20日 (2018 - 07 - 20) 说明书第0034-0105段, 附图2A	1-31
Y	CN 105046749 A (深圳市神州龙资讯服务有限公司) 2015年 11月 11日 (2015 - 11 - 11) 说明书第0031-0047段, 附图1-5	1-31
A	US 2016178936 A1 (MULTIMEDIA IMAGE SOLUTION LIMITED) 2016年 6月 23日 (2016 - 06 - 23) 全文	1-31
A	US 2017180627 A1 (SK HYNIX INC.) 2017年 6月 22日 (2017 - 06 - 22) 全文	1-31

☐ 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

2019年 8月 1日

国际检索报告邮寄日期

2019年 8月 28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

王艳臣

电话号码 86-(10)-53961435

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/118778

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	108304758	A	2018年 7月 20日	WO	2018233438	A1 2018年 12月 27日
CN	105046749	A	2015年 11月 11日	无		
US	2016178936	A1	2016年 6月 23日	无		
US	2017180627	A1	2017年 6月 22日	KR	20170072428	A 2017年 6月 27日