

(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
2021 年 1 月 21 日 (21.01.2021)

(10) 国际公布号
WO 2021/008019 A1

(51) 国际专利分类号:
G06T 7/20 (2017.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/116555

(22) 国际申请日: 2019 年 11 月 8 日 (08.11.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201910653996.9 2019 年 7 月 18 日 (18.07.2019) CN

(71) 申请人: 平安科技(深圳)有限公司(PING AN TECHNOLOGY (SHENZHEN) CO., LTD.) [CN/CN];
中国广东省深圳市福田区福田街道福安社区益田路 5033 号平安金融中心 23 楼, Guangdong 518000 (CN)。

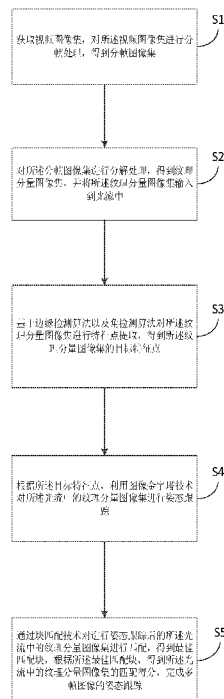
(72) 发明人: 苏智辉(SU, Zhihui); 中国广东省深圳市福田区福田街道福安社区益田路 5033 号平安金融中心 23 楼, Guangdong 518000 (CN)。 郭玲玲(GUO, Lingling); 中国广东省深圳市福田区福田街道福安社区益田路 5033 号平安金融中心 23 楼, Guangdong 518000 (CN)。

(74) 代理人: 深圳市沃德知识产权代理有限公司(普通合伙)(SHENZHEN WORLD INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY (GENERAL PARTNERSHIP)); 中国广东省深圳市福田区园岭街道八卦四路 10 号中浩大厦 1528-1530 室于志光, Guangdong 518000 (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,

(54) Title: POSTURE TRACKING METHOD AND APPARATUS, AND COMPUTER-READABLE STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 姿态跟踪方法、装置及计算机可读存储介质



- S1 Acquire a video image set and perform framing on the video image set to obtain a framed image set
S2 Decompose the framed image set to obtain a texture component image set and input the texture component image set into an optical flow
S3 Based on an edge detection algorithm and a corner detection algorithm perform feature point extraction on the texture component image set to obtain a target feature point of the texture component image set
S4 According to the target feature point use an image pyramid technique to perform posture tracking on the texture component image set in the optical flow
S5 By means of a block matching technique perform matching on the texture component image set that is subjected to posture tracking so as to obtain an optimal matching block and according to the optimal matching block obtain the matching score of the texture component image set in the optical flow so as to complete the posture tracking of multiple frames of images

图 1

(57) Abstract: A posture tracking method, comprising: acquiring a video image set, and performing framing on the video image set to obtain a framed image set (S1); decomposing the framed image set to obtain a texture component image set, and inputting the texture component image set into an optical flow (S2); based on an edge detection algorithm and a corner detection algorithm, performing feature point extraction on the texture component image set to obtain a target feature point of the texture component image set (S3); according to the target feature point, using an image pyramid technique to perform posture tracking on the texture component image

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, 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))。

set in the optical flow (S4); and by means of a block matching technique, performing matching on the texture component image set that is subjected to posture tracking, and calculating the matching score of the texture component image set in the optical flow so as to complete the posture tracking of multiple frames of images (S5). The present invention achieves the accurate tracking of the postures of multiple frames of images.

(57) 摘要: 一种姿态跟踪方法, 包括: 获取视频图像集, 对所述视频图像集进行分帧处理, 得到分帧图像集(S1); 对所述分帧图像集进行分解处理, 得到纹理分量图像集, 将所述纹理分量图像集输入到光流中(S2); 基于边缘检测和角检测算法对所述纹理分量图像集进行特征点提取, 得到所述纹理分量图像集的目标特征点(S3); 根据所述目标特征点, 利用图像金字塔技术对所述光流中的纹理分量图像集进行姿态跟踪(S4); 通过块匹配技术对所述姿态跟踪的纹理分量图像集进行匹配, 并计算所述光流中的纹理分量图像集的匹配得分, 完成多帧图像的姿态跟踪(S5)。实现了多帧图像姿态的精准跟踪。

姿态跟踪方法、装置及计算机可读存储介质

本申请基于巴黎公约申明享有 2019 年 7 月 18 日递交的申请号为 CN201910653996.9、名称为“姿态跟踪方法、装置及计算机可读存储介质”的中国专利申请的优先权，该中国专利申请的整体内容以参考的方式结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及人工智能技术领域，尤其涉及一种基于光流和运动图像相结合的姿态跟踪方法、装置及计算机可读存储介质。

背景技术

运动目标检测在视频监控领域中扮演着越来越重要的角色。运动目标检测是对视频图像中发生变化部分的分离，是基于几何和统计特征的图像分割。目标检测算法在现实生活中的应用十分广泛，在节省人力，提高工作效率方面有着重要的意义。新的目标检测算法的不断涌现推动了智能监控的发展。同时，智能监控的发展也使得运动目标检测算法不断改进。目前，所用的人体跟踪算法虽然可以捕捉单帧人体姿态，但无法获取多帧姿态的联系。现有的姿态跟踪的方法主要有背景差法，这种方法虽然能够准确地提取运动目标，但容易受外界环境的影响。对此业界提出了一些改进算法，但是有的效果并不明显，或者能够精确检测但失去了效率。

发明内容

本申请提供一种姿态跟踪方法、装置及计算机可读存储介质，其主要目的在于当用户在进行图像姿态检测时，给用户呈现出精准的图像姿态跟踪结果。

为实现上述目的，本申请提供的一种姿态跟踪方法，包括：

获取视频图像集，对所述视频图像集进行分帧处理，得到分帧图像集；

对所述分帧图像集进行分解处理，得到纹理分量图像集，并将所述纹理分量图像集输入到光流中；

基于边缘检测算法以及角检测算法对所述纹理分量图像集进行特征点提取，得到所述纹理分量图像集的目标特征点；

根据所述目标特征点，利用图像金字塔技术对所述光流中的纹理分量图像集进行姿态跟踪；

通过块匹配技术对进行姿态跟踪后的所述光流中的纹理分量图像集进行匹配，得到最佳匹配块，根据所述最佳匹配块，得到所述光流中的纹理分量

图像集的匹配得分，完成多帧图像的姿态跟踪。

此外，为实现上述目的，本申请还提供一种姿态跟踪装置，该装置包括存储器和处理器，所述存储器中存储有可在所述处理器上运行的姿态跟踪程序，所述姿态跟踪程序被所述处理器执行时实现如下步骤：

5 获取视频图像集，对所述视频图像集进行分帧处理，得到分帧图像集；

对所述分帧图像集进行分解处理，得到纹理分量图像集，并将所述纹理分量图像集输入到光流中；

基于边缘检测算法以及角检测算法对所述纹理分量图像集进行特征点提取，得到所述纹理分量图像集的目标特征点；

10 根据所述目标特征点，利用图像金字塔技术对所述光流中的纹理分量图像集进行姿态跟踪；

通过块匹配技术对进行姿态跟踪后的所述光流中的纹理分量图像集进行匹配，得到最佳匹配块，根据所述最佳匹配块，得到所述光流中的纹理分量图像集的匹配得分，完成多帧图像的姿态跟踪。

15 此外，为实现上述目的，本申请还提供一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质上存储有姿态跟踪程序，所述姿态跟踪程序可被一个或者多个处理器执行，以实现如上所述的姿态跟踪方法的步骤。

本申请提出的姿态跟踪方法、装置及计算机可读存储介质，在用户进行图像姿态跟踪时，通过对所述图像进行分析处理，得到所述图像特征点，并结合光流法对所述图像进行姿态跟踪，利用块匹配技术得到姿态跟踪后的所述图像匹配分数，从而可以给所述用户呈现出精准的图像姿态跟踪结果。

附图说明

图1为本申请姿态跟踪方法的流程示意图；

25 图2为本申请姿态跟踪装置的内部结构示意图；

图3为本申请姿态跟踪装置中姿态跟踪程序的模块示意图。

具体实施方式

应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本申请，并不用于限定本申请。

30 本申请提供一种姿态跟踪方法。参照图 1 所示，为本申请一实施例提供的姿态跟踪方法的流程示意图。该方法可以由一个装置执行，该装置可以由软件和/或硬件实现。

在本实施例中，姿态跟踪方法包括：

35 S1、获取视频图像集，对所述视频图像集进行分帧处理，得到分帧图像集。

本申请较佳实施例所述视频图像集可以为关于人体姿态的视频图像集，

其中所述人体姿态的视频图像集的来源通过以下两种方式得到：方式一、从各监控视频中获取得到；方式二、利用关键字搜索在网页中进行搜索获取得到。进一步地，本申请所述人体姿态视频图像集源数据流进行读取，并分解为每帧图像，从而得到分帧图像集。

5 较佳地，本申请还包括对所述分帧图像集进行预处理操作。所述预处理操作为：利用图像灰度化将所述分帧图像转化为灰度图像；通过自适应图像降噪滤波器对所述灰度图像进行降噪；利用对比度拉伸方式对降噪后的所述灰度图像进行对比度增强；根据 OTSU 算法将对比度增强后的所述灰度图像进行阈值化操作，得到二值化图像。

10 详细地，所述预处理操作的具体步骤为：

a. 图像灰度化：所述图像灰度化处理是将所述分帧图像集中的图像转换为灰度图像。其中，所述灰度图像的亮度信息完全能够表达图像的整体和局部的特征，并且对图像进行灰度化处理之后可以大大降低后续工作的计算量。

本申请较佳实施例中，所述图像灰度化处理的方法是将图像像素点的 R、G、B 分量转换为 YUV 的颜色空间的 Y 分量，即亮度值，所述 Y 分量的计算方法如下式所示：

$$Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B$$

其中 R、G、B 分别是 RGB 色彩模式中图像像素点的 R、G、B 值。

b. 降噪：本申请通过自适应图像降噪滤波器对所述灰度图像进行降噪，用于滤除所述灰度图像的椒盐噪声，并可以很大程度的保护所述灰度图像的细节。其中，所述椒盐噪声是图像中一种随机出现的白点或黑点，所述自适应图像降噪滤波器是信号抽取器，它的作用是从被噪声污染的信号中抽取原来的信号。

本申请较佳实施例通过预设待处理的灰度图像为 $f(x,y)$ ，在退化函数 H 的作用下，由于受到椒盐噪声 $\eta(x,y)$ 的影响，得到一个退化图像 $g(x,y)$ 。于是，得到图像退化公式： $g(x,y) = \eta(x,y) + f(x,y)$ ，并利用 Adaptive Filter 方法对所述待处理的灰度图像进行降噪，所述降噪的计算公式为：

$$f(x,y) = g(x,y) - \frac{\delta_g^2}{\delta_L^2} [g(x,y) - \hat{\beta}_L]$$

其中， δ_g^2 是整张图像的噪声方差， $\hat{\beta}_L$ 是点 (x,y) 附近的一个窗口内的像素灰度均值， δ_L^2 是点 (x,y) 附近一个窗口内的像素灰度的方差。

c. 对比度增强：所述对比度指的是成像系统中亮度最大值与最小值之间的对比，其中，对比度低会使图像处理难度增大。本申请较佳实施例中采用的是对比度拉伸方法，利用提高灰度级动态范围的方式，达到图像对比度增强的目的。所述对比度拉伸也叫作灰度拉伸，是目前常用的灰度变换方式。

进一步地，本申请根据所述对比度拉伸方法中的分段线性变换函数对特定区域进行灰度拉伸，进一步提高输出图像的对比度。当进行对比度拉伸时，

本质上是实现灰度值变换。本申请通过线性拉伸实现灰度值变换，所述线性拉伸指的是输入与输出的灰度值之间为线性关系的像素级运算，灰度变换公式如下所示：

$$D_b = f(D_a) = a * D_a + b$$

其中 a 为线性斜率， b 为在 Y 轴上的截距。当 $a > 1$ 时，此时输出的图像对比度相比原图像是增强的。当 $a < 1$ 时，此时输出的图像对比度相比原图像是削弱的，其中 D_a 代表输入图像灰度值， D_b 代表输出图像灰度值。

d. 图像阈值化：所述图像阈值化处理通过 OTSU 算法将对对比度增强后的所述灰度图像进行二值化的高效算法，以得到二值化图像。本申请较佳实施例预设灰度 t 为灰度图像的前景与背景的分割阈值，并假设前景点数占图像比例为 w_0 ，平均灰度为 u_0 ；背景点数占图像比例为 w_1 ，平均灰度为 u_1 ，则灰度图像的总平均灰度为：

$$u = w_0 * u_0 + w_1 * u_1,$$

灰度图像的前景和背景图像的方差为：

$$g = w_0 * (u_0 - u) * (u_0 - u) + w_1 * (u_1 - u) * (u_1 - u) = w_0 * w_1 * (u_0 - u_1) * (u_0 - u_1),$$

其中，当方差 g 最大时，则此时前景和背景差异最大，此时的灰度 t 为最佳阈值，并将对比度增强后的所述灰度图像中大于所述灰度 t 的灰度值设置为 255，小于所述灰度 t 的灰度值设置为 0，得到对比度增强后的所述灰度图像的二值化图像。

S2、对所述分帧图像集进行分解处理，得到纹理分量图像集，并将所述纹理分量图像集输入到光流中。

所述光流是运动模式，指的是一个物体在一个视角下由一个观察者和背景之间形成的明显移动，其中，光流中的二维图像的移动相对于观察者而言是三维物体移动的在图像平面的投影，有序的图像可以估计出二维图像的瞬时图像速率或离散图像转移。所述分解处理目的是从输入图像序列帧中分解出人们需要的图像信息，本申请较佳实施例通过使用图像结构纹理分解技术来减小光流法对光照的敏感程度。由于图像的纹理部分只包含图像的细节信息，而不包含对光照变化敏感的几何信息，所以本申请通过将输入图像分为结构部分和纹理部分，用纹理图像代替输入图像求其光流场，于是，可以避免光照变化对计算结果造成的偏差。

进一步地，本申请将所述分帧图像集中的图像分解为结构分量图像和纹理分量图像，其中，所述分解的采用如下方法：

$$I(x, y) = I_S(x, y) + I_T(x, y)$$

其中， $I(x, y)$ 表示所述分帧图像集中的图像， $I_S(x, y)$ 表示所述结构分量图像， $I_T(x, y)$ 表示所述纹理分量图像；

计算出所述结构分量图像 $I_S(x, y)$ ：

$$I_S(x, y) = \min_{I_S} \int_{\Omega} [|\nabla I_S| + \frac{1}{2\theta} (I_S - I)^2] dx$$

其中， Ω 为所述分帧图像集中的图像的尺寸， θ 为常量，指的是通过原始对偶算法对能量泛函进行最小化， I 为所述分帧图像集中的图像值；

计算 I_S 的值： $I_S = I + \theta/P$ ， P 为所述 I_S 的对偶变量；

通过迭代求解计算所述对偶变量 P 的值为：

$$\begin{cases} \tilde{P}^{n+1} = p^n + \frac{\tau}{\theta} [\nabla(I + \theta/P^n)] \\ p^{n+1} = \frac{\tilde{P}^{n+1}}{\max\{1, |\tilde{P}^{n+1}|\}} \end{cases}$$

5 其中， $P^0 = 0$ ， $\tau \leq \frac{1}{4}$ ；

将所述分帧图像集中的图像与计算后的所述结构分量图像作差，得到所述纹理分量图像 $I_T(x, y)$ ，即： $I_T(x, y) = I(x, y) - I_S(x, y)$ ，并将所述纹理分量图像集作为光流的输入图像集。

10 S3、基于边缘检测算法以及角检测算法对所述纹理分量图像进行特征点提取，得到所述纹理分量图像集的目标特征点。

本申请较佳实施例通过高斯模糊函数对所述纹理分量图像进行卷积计算，得到高斯尺度空间函数，从而实现所述纹理分量图像的模糊化。所述高斯模糊是一种图像滤波器，使用正态分布(高斯函数)计算模糊模板，并使用所述模板与原图像做卷积运算，达到模糊图像的目的。

15 进一步地，本申请通过对所述高斯尺度空间函数中尺度参数的大小进行改变，得到所述纹理分量图像的多尺度空间，通过 Harris 角检测算法对所述进行多尺度空间进行角点提取，得到角点特征，并利用 Canny 边缘提取算法对所述角点特征进行修饰，得到特征点，将所述角点特征与所述特征点进行融合，得到所述纹理分量图像的目标特征点。

20 其中，所述角点提取具体操作步骤为：

本申请预设所述高斯模糊函数 $G(x, y, \sigma)$ ，所述高斯尺度空间函数 $L(x, y, \sigma)$ ，所述多尺度空间为 σ ，结合上述纹理分量图像 $I_T(x, y)$ ，得到 Harris 角点的二阶矩公式为：

$$M(x, y, \sigma) = \sum_{x, y} G(x, y, \sigma) \begin{bmatrix} I_x^2 & I_x I_y \\ I_x I_y & I_y^2 \end{bmatrix}$$

25 其中， $G(x, y, \sigma)$ 为带有尺度参数 σ 的高斯函数， I_x 、 I_y 分别为所述纹理分量图像 $I_T(x, y)$ 在 x 方向和 y 方向上的导数梯度值。于是，得到角点的响应函数：

$$Q(x, y) = \det M - K * \text{trace} M^2$$

其中， K 为常数， $\det M$ 为二阶矩 $M(x, y, \sigma)$ 的行列式， $\text{trace} M$ 为 M 的迹。

优选地，本申请通过对所述纹理分量图像划分 3×3 的区域，通过所述角点的响应函数，计算出所述划分区域的最大值，并将所述最大值作为角点特征。

其中，所述特征点提取具体实施步骤为：

本申请根据 Canny 边缘检测算法计算所述纹理分量图像的尺度层梯度大小和方向：

$$\text{Edge}(E) = \sqrt{I_x^2 + I_y^2}$$

$$\text{Dir}(\theta) = \tan^{-1}\left(\frac{I_x}{I_y}\right)$$

其中， $\text{Edge}(E)$ 代表所述梯度大小， $\text{Dir}(\theta)$ 表示所述梯度方向， I_x 和 I_y 分别代表所述纹理分量图像在 X 方向和 Y 方向的梯度值，根据所述梯度大小和方向计算结果对所述纹理分量图像中的像素点进行极大值抑制，并预设上下界阈值判断所述像素点是否为边界点，从而得到所述纹理分量图像的特征点。

S4、根据所述目标特征点，利用图像金字塔技术对所述光流中的纹理分量图像进行姿态跟踪。

所述图像金字塔是一种以多分辨率来解释图像的一种数据结构，由一系列原始图像的不同尺寸组成，图像从下层到上层，分辨率逐渐降低，尺寸逐渐减小。本申请实施例通过拉普拉斯金字塔对所述纹理分量图像进行分析处理，例如已知第 $k+1$ 层图像，计算第 k 层图像的具体步骤为：将所述第 $k+1$ 层图像在每个方向上扩大两倍，对于新增的行和列用 0 填充；并将其与内核进行卷积，本申请预设所述内核的数量为 16；于是，经过卷积后得到的图像则为第 k 层图像。

进一步地，本申请较佳实施例通过所述纹理分量图像的尺寸大小确定金字塔层数 L ，对光流进行初始化 $u^0 = 0; v^0 = 0$ ，将光流 (u^k, v^k) 转递到第 $k+1$ 层，并根据所述目标特征点和 Horn-Schunck 光流算法对所述光流中的纹理分量图像进行姿态跟踪。其中，所述 Horn-Schunck 光流算法为：

$$E = \iint (u - \bar{u})^2 + (v - \bar{v})^2 dx dy$$

其中， E 表示所述纹理图像光流的值， $\bar{u}$ 和 $\bar{v}$ 分别表示 u 邻域和 v 邻域中的均值；由于光流误差，本申请将光流求解归结成求解极值问题，并用迭代法进行求解，所述迭代方程如下：

$$\begin{cases} u^{(k+1)} = \bar{u}^{(k)} - I_x \frac{I_x \bar{u}^{(k)} + I_y \bar{v}^{(k)} + I_t}{\lambda^2 + I_x^2 + I_y^2} \\ v^{(k+1)} = \bar{v}^{(k)} - I_y \frac{I_x \bar{u}^{(k)} + I_y \bar{v}^{(k)} + I_t}{\lambda^2 + I_x^2 + I_y^2} \end{cases}$$

其中， λ 为平滑控制因子，所述 λ 值受所述纹理分量图像中存在的噪声的影响，如果噪声较强，则说明图像数据本身的置信度较低，需要更多的依赖光流约束，则 λ 可以取较大的值；反之，可以取较小的值，最终实现对所述光流

中的纹理分量图像进行姿态跟踪。

S5、通过块匹配技术对进行姿态跟踪后的所述光流中的纹理分量图像进行匹配，得到最佳匹配块，根据所述最佳匹配块，所述光流中的纹理分量图像集的匹配得分，完成多帧图像的姿态跟踪

5 所述块匹配技术指的是根据某种特征去参考图像帧中特征，从而进行匹配的过程，所述特征包括颜色、强度、感兴趣点、轮廓和纹理等，常用的方法是通过像素的强度进行匹配。

进一步地，本申请实施例中，对进行姿态跟踪后的所述光流中的纹理分量图像划分为若干区域来进行块匹配。例如，所述区域大小可以为 8×8 ，其中，
10 所述划分后的区域称为宏块。优选地，本申请预设所述划分的宏块的运动位移相等，根据匹配规则和搜索算法在参考帧图像中寻找与之最相似的区域，将其称为匹配块。优选地，本申请较佳实施例中，所述匹配规则和搜索算法分别为平均绝对误差 MAD 准则和新三步搜索算法。

进一步地，所述进行姿态跟踪后的所述光流中的纹理分量图像中，若 t 时刻对应的是第 k 帧图像，则第 $t+1$ 时刻对应的是第 $k+1$ 帧图像，通过所述块匹配技术寻找最佳匹配块，即就是对于所述第 k 帧中子块。详细地，本申请通过所述平均绝对误差 MAD 准则和所述新三步搜索算法在所述第 $k+1$ 帧图像中寻找最相似的匹配块，即认为所述第 k 帧图像经过一定时间移动到了所述第 $k+1$ 帧图像匹配块所在位置，通过对所述两帧所有区域图像进行块匹配，
20 计算所述匹配分数，根据所述匹配得分，完成所述两帧图像的姿态跟踪。其中，所述计算匹配分数公式为：

$$P = \frac{S}{N} * 100,$$

其中， P 为所述匹配分数的概率， S 为匹配成功的区域图像， N 表示一帧图像共分为了 N 个区域。

25 进一步地，所述平均绝对误差准则为：

$$MAD(i,j) = \frac{1}{MN} \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} |E_k(m,n) - E_{k-1}(m+i,n+j)|$$

其中， (i,j) 为图像像素的位移矢量，即图像像素运动的距离和方向； (m,n) 图像像素的位置坐标， M 和 N 为图像块的长和宽， $E_k(m,n)$ 表示第 k 帧图像在 (m,n) 处的像素值， $E_{k-1}(m+i,n+j)$ 表示第 $k-1$ 帧图像在 $(m+i,n+j)$ 处的像素值。

30 进一步地，所述新三步搜索算法具体搜索过程为：

本申请通过预设搜索框大小为 9×9 ，起始搜索点为窗口中心点；搜索块的中心点、所述块周围的 8 个点以及步长为 4 的 8 个点，即第一步要搜索的点数量为 17 个点，并计算起始点到各个点之间的 MAD，找出最小误差点，其中所述最小误差点包含以下三种情况：

(1) 如果最小误差点位于中心点周围的 8 个点中, 则搜索以最小误差点为中心其周围的 8 个点, 得到最小误差点, 并终止搜索;

(2) 如果最小误差点在步长为 4 的 8 个点中, 则按照步长为 2 和 1 继续搜索, 直到找到最佳匹配点为止;

5 (3) 如果最小误差点为中心点时, 则该点就是最佳匹配点, 终止搜索。

发明还提供一种姿态跟踪装置。参照图 2 所示, 为本申请一实施例提供的姿态跟踪装置的内部结构示意图。

在本实施例中, 所述姿态跟踪装置 1 可以是 PC (Personal Computer, 个人电脑), 或者是智能手机、平板电脑、便携计算机等终端设备, 也可以是一种服务器等。该姿态跟踪装置 1 至少包括存储器 11、处理器 12、通信总线 13, 以及网络接口 14。

其中, 存储器 11 至少包括一种类型的可读存储介质, 所述可读存储介质包括闪存、硬盘、多媒体卡、卡型存储器 (例如, SD 或 DX 存储器等)、磁性存储器、磁盘、光盘等。存储器 11 在一些实施例中可以是姿态跟踪装置 1 的内部存储单元, 例如该姿态跟踪装置 1 的硬盘。存储器 11 在另一些实施例中也可以是姿态跟踪装置 1 的外部存储设备, 例如姿态跟踪装置 1 上配备的插接式硬盘, 智能存储卡 (Smart Media Card, SMC), 安全数字 (Secure Digital, SD) 卡, 闪存卡 (Flash Card) 等。进一步地, 存储器 11 还可以既包括姿态跟踪装置 1 的内部存储单元也包括外部存储设备。存储器 11 不仅可以用于存储安装于姿态跟踪装置 1 的应用软件及各类数据, 例如姿态跟踪程序 01 的代码等, 还可以用于暂时地存储已经输出或者将要输出的数据。

处理器 12 在一些实施例中可以是一中央处理器 (Central Processing Unit, CPU)、控制器、微控制器、微处理器或其他数据处理芯片, 用于运行存储器 11 中存储的程序代码或处理数据, 例如执行姿态跟踪程序 01 等。

25 通信总线 13 用于实现这些组件之间的连接通信。

网络接口 14 可选的可以包括标准的有线接口、无线接口 (如 WI-FI 接口), 通常用于在该装置 1 与其他电子设备之间建立通信连接。

可选地, 该装置 1 还可以包括用户接口, 用户接口可以包括显示器 (Display)、输入单元比如键盘 (Keyboard), 可选的用户接口还可以包括标准的有线接口、无线接口。可选地, 在一些实施例中, 显示器可以是 LED 显示器、液晶显示器、触控式液晶显示器以及 OLED (Organic Light-Emitting Diode, 有机发光二极管) 触摸器等。其中, 显示器也可以适当的称为显示屏或显示单元, 用于显示在姿态跟踪装置 1 中处理的信息以及用于显示可视化的用户界面。

35 图 2 仅示出了具有组件 11-14 以及姿态跟踪程序 01 的姿态跟踪装置 1, 本领域技术人员可以理解的是, 图 1 示出的结构并不构成对姿态跟踪装置 1 的限定, 可以包括比图示更少或者更多的部件, 或者组合某些部件, 或者不

同的部件布置。

在图 2 所示的装置 1 实施例中，存储器 11 中存储有姿态跟踪程序 01；处理器 12 执行存储器 11 中存储的姿态跟踪程序 01 时实现如下步骤：

步骤一、获取视频图像集，对所述视频图像集进行分帧处理，得到分帧图像集。

本申请较佳实施例所述视频图像集可以为关于人体姿态的视频图像集，其中所述人体姿态的视频图像集的来源通过以下两种方式得到：方式一、从各监控视频中获取得到；方式二、利用关键字搜索在网页中进行搜索获取得到。进一步地，本申请所述人体姿态视频图像集源数据流进行读取，并分解为每帧图像，从而得到分帧图像集。

较佳地，本申请还包括对所述分帧图像集进行预处理操作。所述预处理操作为：利用图像灰度化将所述分帧图像转化为灰度图像；通过自适应图像降噪滤波器对所述灰度图像进行降噪；利用对比度拉伸方式对降噪后的所述灰度图像进行对比度增强；根据 OTSU 算法将对比度增强后的所述灰度图像进行阈值化操作，得到二值化图像。

详细地，所述预处理操作的具体步骤为：

a. 图像灰度化：所述图像灰度化处理是将所述分帧图像集中的图像转换为灰度图像。其中，所述灰度图像的亮度信息完全能够表达图像的整体和局部的特征，并且对图像进行灰度化处理之后可以大大降低后续工作的计算量。

本申请较佳实施例中，所述图像灰度化处理的方法是将图像像素点的 R、G、B 分量转换为 YUV 的颜色空间的 Y 分量，即亮度值，所述 Y 分量的计算方法如下式所示：

$$Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B$$

其中 R、G、B 分别是 RGB 色彩模式中图像像素点的 R、G、B 值。

b. 降噪：本申请通过自适应图像降噪滤波器对所述灰度图像进行降噪，用于滤除所述灰度图像的椒盐噪声，并可以很大程度的保护所述灰度图像的细节。其中，所述椒盐噪声是图像中一种随机出现的白点或黑点，所述自适应图像降噪滤波器是信号抽取器，它的作用是从被噪声污染的信号中抽取原来的信号。

本申请较佳实施例通过预设待处理的灰度图像为 $f(x,y)$ ，在退化函数 H 的作用下，由于受到椒盐噪声 $\eta(x,y)$ 的影响，得到一个退化图像 $g(x,y)$ 。于是，得到图像退化公式： $g(x,y) = \eta(x,y) + f(x,y)$ ，并利用 Adaptive Filter 方法对所述待处理的灰度图像进行降噪，所述降噪的计算公式为：

$$f(x,y) = g(x,y) - \frac{\delta_g^2}{\delta_L^2} [g(x,y) - \hat{\beta}_L]$$

其中， δ_g^2 是整张图像的噪声方差， $\hat{\beta}_L$ 是点 (x,y) 附近的一个窗口内的像素灰度均值， δ_L^2 是点 (x,y) 附近一个窗口内的像素灰度的方差。

c.对比度增强 :所述对比度指的是成像系统中亮度最大值与最小值之间的对比,其中,对比度低会使图像处理难度增大。本申请较佳实施例中采用的是对比度拉伸方法,利用提高灰度级动态范围的方式,达到图像对比度增强的目的。所述对比度拉伸也叫作灰度拉伸,是目前常用的灰度变换方式。

进一步地,本申请根据所述对比度拉伸方法中的分段线性变换函数对特定区域进行灰度拉伸,进一步提高输出图像的对比度。当进行对比度拉伸时,本质上是实现灰度值变换。本申请通过线性拉伸实现灰度值变换,所述线性拉伸指的是输入与输出的灰度值之间为线性关系的像素级运算,灰度变换公式如下所示:

$$D_b = f(D_a) = a * D_a + b$$

其中 a 为线性斜率, b 为在 Y 轴上的截距。当 $a > 1$ 时,此时输出的图像对比度相比原图像是增强的。当 $a < 1$ 时,此时输出的图像对比度相比原图像是削弱的,其中 D_a 代表输入图像灰度值, D_b 代表输出图像灰度值。

d.图像阈值化 :所述图像阈值化处理通过 OTSU 算法将对比度增强后的所述灰度图像进行二值化的高效算法,以得到二值化图像。本申请较佳实施例预设灰度 t 为灰度图像的前景与背景的分割阈值,并假设前景点数占图像比例为 w_0 , 平均灰度为 u_0 ; 背景点数占图像比例为 w_1 , 平均灰度为 u_1 , 则灰度图像的总平均灰度为:

$$u = w_0 * u_0 + w_1 * u_1,$$

灰度图像的前景和背景图像的方差为:

$$g = w_0 * (u_0 - u) * (u_0 - u) + w_1 * (u_1 - u) * (u_1 - u) = w_0 * w_1 * (u_0 - u_1) * (u_0 - u_1),$$

其中,当方差 g 最大时,则此时前景和背景差异最大,此时的灰度 t 为最佳阈值,并将对比度增强后的所述灰度图像中大于所述灰度 t 的灰度值设置为 255, 小于所述灰度 t 的灰度值设置为 0, 得到对比度增强后的所述灰度图像的二值化图像。

步骤二、对所述分帧图像集进行分解处理,得到纹理分量图像集,并将所述纹理分量图像集输入到光流中。

所述光流是运动模式,指的是一个物体在一个视角下由一个观察者和背景之间形成的明显移动,其中,光流中的二维图像的移动相对于观察者而言是三维物体移动的在图像平面的投影,有序的图像可以估计出二维图像的瞬时图像速率或离散图像转移。所述分解处理目的是从输入图像序列帧中分解出人们需要的图像信息,本申请较佳实施例通过使用图像结构纹理分解技术来减小光流法对光照的敏感程度。由于图像的纹理部分只包含图像的细节信息,而不包含对光照变化敏感的几何信息,所以本申请通过将输入图像分为结构部分和纹理部分,用纹理图像代替输入图像求其光流场,于是,可以避免光照变化对计算结果造成的偏差。

进一步地，本申请将所述分帧图像集中的图像分解为结构分量图像和纹理分量图像，其中，所述分解的采用如下方法：

$$I(x, y) = I_S(x, y) + I_T(x, y)$$

其中， $I(x, y)$ 表示所述分帧图像集中的图像， $I_S(x, y)$ 表示所述结构分量图像， $I_T(x, y)$ 表示所述纹理分量图像；

5 计算出所述结构分量图像 $I_S(x, y)$ ：

$$I_S(x, y) = \min_{I_S} \int_{\Omega} [|\nabla I_S| + \frac{1}{2\theta} (I_S - I)^2] dx$$

其中， Ω 为所述分帧图像集中的图像的尺寸， θ 为常量，指的是通过原始对偶算法对能量泛函进行最小化， I 为所述分帧图像集中的图像值；

计算 I_S 的值： $I_S = I + \theta/P$ ， P 为所述 I_S 的对偶变量；

通过迭代求解计算所述对偶变量 P 的值为：

$$\begin{cases} \tilde{P}^{n+1} = p^n + \frac{\tau}{\theta} [\nabla(I + \theta/P^n)] \\ P^{n+1} = \frac{\tilde{P}^{n+1}}{\max\{1, |\tilde{P}^{n+1}|\}} \end{cases}$$

10 其中， $P^0 = 0$ ， $\tau \leq \frac{1}{4}$ ；

将所述分帧图像集中的图像与计算后的所述结构分量图像作差，得到所述纹理分量图像 $I_T(x, y)$ ，即： $I_T(x, y) = I(x, y) - I_S(x, y)$ ，并将所述纹理分量图像集作为光流的输入图像集。

15 步骤三、基于边缘检测算法以及角检测算法对所述纹理分量图像进行特征点提取，得到所述纹理分量图像集的目标特征点。

本申请较佳实施例通过高斯模糊函数对所述纹理分量图像进行卷积计算，得到高斯尺度空间函数，从而实现所述纹理分量图像的模糊化。所述高斯模糊是一种图像滤波器，使用正态分布(高斯函数)计算模糊模板，并使用所述模板与原图像做卷积运算，达到模糊图像的目的。

20 进一步地，本申请通过对所述高斯尺度空间函数中尺度参数的大小进行改变，得到所述纹理分量图像的多尺度空间，通过 Harris 角检测算法对所述进行多尺度空间进行角点提取，得到角点特征，并利用 Canny 边缘提取算法对所述角点特征进行修饰，得到特征点，将所述角点特征与所述特征点进行融合，得到所述纹理分量图像的目标特征点。

25 其中，所述角点提取具体操作步骤为：

本申请预设所述高斯模糊函数 $G(x, y, \sigma)$ ，所述高斯尺度空间函数 $L(x, y, \sigma)$ ，所述多尺度空间为 σ ，结合上述纹理分量图像 $I_T(x, y)$ ，得到 Harris 角点的二阶矩公式为：

$$M(x, y, \sigma) = \sum_{x, y} G(x, y, \sigma) \begin{bmatrix} I_x^2 & I_x I_y \\ I_x I_y & I_y^2 \end{bmatrix}$$

其中， $G(x, y, \sigma)$ 为带有尺度参数 σ 的高斯函数， I_x 、 I_y 分别为所述纹理分量图像 $I_T(x, y)$ 在 x 方向和 y 方向上的导数梯度值。于是，得到角点的响应函数：

$$Q(x, y) = \det M - K * \text{trace} M^2$$

其中， K 为常数， $\det M$ 为二阶矩 $M(x, y, \sigma)$ 的行列式， $\text{trace} M$ 为 M 的迹。优选地，本申请通过对所述纹理分量图像划分 3×3 的区域，通过所述角点的响应函数，计算出所述划分区域的最大值，并将所述最大值作为角点特征。

其中，所述特征点提取具体实施步骤为：

10 本申请根据 Canny 边缘检测算法计算所述纹理分量图像的尺度层梯度大小和方向：

$$\text{Edge}(E) = \sqrt{I_x^2 + I_y^2}$$

$$\text{Dir}(\theta) = \tan^{-1}\left(\frac{I_x}{I_y}\right)$$

其中， $\text{Edge}(E)$ 代表所述梯度大小， $\text{Dir}(\theta)$ 表示所述梯度方向， I_x 和 I_y 分别代表所述纹理分量图像在 X 方向和 Y 方向的梯度值，根据所述梯度大小和方向计算结果对所述纹理分量图像中的像素点进行极大值抑制，并预设上下界阈值判断所述像素点是否为边界点，从而得到所述纹理分量图像的特征点。

步骤四、根据所述目标特征点，利用图像金字塔技术对所述光流中的纹理分量图像进行姿态跟踪。

所述图像金字塔是一种以多分辨率来解释图像的一种数据结构，由一系列原始图像的不同尺寸组成，图像从下层到上层，分辨率逐渐降低，尺寸逐渐减小。本申请实施例通过拉普拉斯金字塔对所述纹理分量图像进行分析处理，例如已知第 $k+1$ 层图像，计算第 k 层图像的具体步骤为：将所述第 $k+1$ 层图像在每个方向上扩大两倍，对于新增的行和列用 0 填充；并将其与内核进行卷积，本申请预设所述内核的数量为 16；于是，经过卷积后得到的图像则为第 k 层图像。

25 进一步地，本申请较佳实施例通过所述纹理分量图像的尺寸大小确定金字塔层数 L ，对光流进行初始化 $u^0 = 0; v^0 = 0$ ，将光流 (u^k, v^k) 转递到第 $k+1$ 层，并根据所述目标特征点和 Horn-Schunck 光流算法对所述光流中的纹理分量图像进行姿态跟踪。其中，所述 Horn-Schunck 光流算法为：

$$E = \iint (u - \bar{u})^2 + (v - \bar{v})^2 dx dy$$

30 其中， E 表示所述纹理图像光流的值， $\bar{u}$ 和 $\bar{v}$ 分别表示 u 邻域和 v 邻域中的均值；由于光流误差，本申请将光流求解归结成求解极值问题，并用迭代

法进行求解，所述迭代方程如下：

$$\begin{cases} u^{(k+1)} = \bar{u}^{(k)} - I_x \frac{I_x \bar{u}^{(k)} + I_y \bar{v}^{(k)} + I_t}{\lambda^2 + I_x^2 + I_y^2} \\ v^{(k+1)} = \bar{v}^{(k)} - I_y \frac{I_x \bar{u}^{(k)} + I_y \bar{v}^{(k)} + I_t}{\lambda^2 + I_x^2 + I_y^2} \end{cases}$$

其中， λ 为平滑控制因子，所述 λ 值受所述纹理分量图像中存在的噪声的影响，如果噪声较强，则说明图像数据本身的置信度较低，需要更多的依赖光流约束，则 λ 可以取较大的值；反之，可以取较小的值，最终实现对所述光流中的纹理分量图像进行姿态跟踪。

步骤五、通过块匹配技术对进行姿态跟踪后的所述光流中的纹理分量图像进行匹配，得到最佳匹配块，根据所述最佳匹配块，所述光流中的纹理分量图像集的匹配得分，完成多帧图像的姿态跟踪

所述块匹配技术指的是根据某种特征去参考图像帧中特征，从而进行匹配的过程，所述特征包括颜色、强度、感兴趣点、轮廓和纹理等，常用的方法是通过像素的强度进行匹配。

进一步地，本申请实施例中，对进行姿态跟踪后的所述光流中的纹理分量图像划分为若干区域来进行块匹配。例如，所述区域大小可以为 8×8 ，其中，所述划分后的区域称为宏块。优选地，本申请预设所述划分的宏块的运动位移相等，根据匹配规则和搜索算法在参考帧图像中寻找与之最相似的区域，将其称为匹配块。优选地，本申请较佳实施例中，所述匹配规则和搜索算法分别为平均绝对误差 MAD 准则和新三步搜索算法。

进一步地，所述进行姿态跟踪后的所述光流中的纹理分量图像中，若 t 时刻对应的是第 k 帧图像，则第 $t+1$ 时刻对应的是第 $k+1$ 帧图像，通过所述块匹配技术寻找最佳匹配块，即就是对于所述第 k 帧中子块。详细地，本申请通过所述平均绝对误差 MAD 准则和所述新三步搜索算法在所述第 $k+1$ 帧图像中寻找最相似的匹配块，即认为所述第 k 帧图像经过一定时间移动到了所述第 $k+1$ 帧图像匹配块所在位置，通过对所述两帧所有区域图像进行块匹配，计算所述匹配分数，根据所述匹配得分，完成所述两帧图像的姿态跟踪。其中，所述计算匹配分数公式为：

$$P = \frac{S}{N} * 100,$$

其中， P 为所述匹配分数的概率， S 为匹配成功的区域图像， N 表示一帧图像共分为了 N 个区域。

进一步地，所述平均绝对误差准则为：

$$MAD(i, j) = \frac{1}{MN} \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} |E_k(m, n) - E_{k-1}(m+i, n+j)|$$

其中， (i, j) 为图像像素的位移矢量，即图像像素运动的距离和方向； (m, n)

图像像素的位置坐标， M 和 N 为图像块的长和宽， $E_k(m, n)$ 表示第 k 帧图像在 (m, n) 处的像素值， $E_{k-1}(m+i, n+j)$ 表示第 $k-1$ 帧图像在 $(m+i, n+j)$ 处的像素值。

进一步地，所述新三步搜索算法具体搜索过程为：

5 本申请通过预设搜索框大小为 9×9 ，起始搜索点为窗口中心点；搜索块的中心点、所述块周围的 8 个点以及步长为 4 的 8 个点，即第一步要搜索的点数量为 17 个点，并计算起始点到各个点之间的 MAD，找出最小误差点，其中所述最小误差点包含以下三种情况：

10 (1) 如果最小误差点位于中心点周围的 8 个点中，则搜索以最小误差点为中心其周围的 8 个点，得到最小误差点，并终止搜索；

(2) 如果最小误差点在步长为 4 的 8 个点中，则按照步长为 2 和 1 继续搜索，直到找到最佳匹配点为止；

(3) 如果最小误差点为中心点时，则该点就是最佳匹配点，终止搜索。

15 可选地，在其他实施例中，姿态跟踪程序还可以被分割为一个或者多个模块，一个或者多个模块被存储于存储器 11 中，并由一个或多个处理器（本实施例为处理器 12）所执行以完成本申请，本申请所称的模块是指能够完成特定功能的一系列计算机程序指令段，用于描述姿态跟踪程序在姿态跟踪装置中的执行过程。

20 例如，参照图 3 所示，为本申请姿态跟踪装置一实施例中的姿态跟踪程序的程序模块示意图，该实施例中，所述姿态跟踪程序可以被分割为图像预处理模块 10、特征点提取模块 20、图像跟踪模块 30 以及匹配打分模块 40，示例性地：

25 所述图像预处理模块 10 用于：获取视频图像集，对所述视频图像集进行分帧处理，得到分帧图像集，对所述分帧图像集进行分解处理，得到纹理分量图像集，并将所述纹理分量图像集输入到光流中。

所述特征点提取模块 20 用于：基于边缘检测算法以及角检测算法对所述纹理分量图像集进行特征点提取，得到所述纹理分量图像集的目标特征点。

所述图像跟踪模块 30 用于：根据所述目标特征点，利用图像金字塔技术对所述光流中的纹理分量图像集进行姿态跟踪。

30 所述匹配打分模块 40 用于：通过块匹配技术对进行姿态跟踪后的所述光流中的纹理分量图像集进行匹配，得到最佳匹配块，根据所述最佳匹配块，得到所述光流中的纹理分量图像集的匹配得分，完成多帧图像的姿态跟踪。

35 上述图像预处理模块 10、特征点提取模块 20、图像跟踪模块 30 以及匹配打分模块 40 等程序模块被执行时所实现的功能或操作步骤与上述实施例大体相同，在此不再赘述。

此外，本申请实施例还提出一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质上存储有姿态跟踪程序，所述姿态跟踪程序可被一个或多个处理器

执行，以实现如下操作：

获取视频图像集，对所述视频图像集进行分帧处理，得到分帧图像集；

对所述分帧图像集进行分解处理，得到纹理分量图像集，并将所述纹理分量图像集输入到光流中；

5 基于边缘检测算法以及角检测算法对所述纹理分量图像集进行特征点提取，得到所述纹理分量图像集的目标特征点；

根据所述目标特征点，利用图像金字塔技术对所述光流中的纹理分量图像集进行姿态跟踪；

10 通过块匹配技术对进行姿态跟踪后的所述光流中的纹理分量图像集进行匹配，得到最佳匹配块，根据所述最佳匹配块，得到所述光流中的纹理分量图像集的匹配得分，完成多帧图像的姿态跟踪。

本申请计算机可读存储介质具体实施方式与上述姿态跟踪装置和方法各实施例基本相同，在此不作累述。

15 需要说明的是，上述本申请实施例序号仅仅为了描述，不代表实施例的优劣。并且本文中的术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含，从而使得包括一系列要素的过程、装置、物品或者方法不仅包括那些要素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种过程、装置、物品或者方法所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括一个……”限定的要素，并不排除在包括该要素的过程、装置、物品或者方法中还存在另外的相同要素。

20 通过以上的实施方式的描述，本领域的技术人员可以清楚地了解到上述实施例方法可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现，当然也可以通过硬件，但很多情况下前者是更佳的实施方式。基于这样的理解，本申请的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在如上所述的一个存储介质(如 ROM/RAM、磁碟、光盘)中，包括若干指令用以使得一台终端设备(可以是手机，计算机，服务器，或者网络设备等)执行本申请各个实施例所述的方法。

25 以上仅为本申请的优选实施例，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

1、一种姿态跟踪方法，其特征在于，所述方法包括：

获取视频图像集，对所述视频图像集进行分帧处理，得到分帧图像集；

5 对所述分帧图像集进行分解处理，得到纹理分量图像集，并将所述纹理分量图像集输入到光流中；

基于边缘检测算法以及角检测算法对所述纹理分量图像集进行特征点提取，得到所述纹理分量图像集的目标特征点；

10 根据所述目标特征点，利用图像金字塔技术对所述光流中的纹理分量图像集进行姿态跟踪；

通过块匹配技术对进行姿态跟踪后的所述光流中的纹理分量图像集进行匹配，得到最佳匹配块，根据所述最佳匹配块，得到所述光流中的纹理分量图像集的匹配得分，完成多帧图像的姿态跟踪。

2、如权利要求 1 所述的姿态跟踪方法，其特征在于，该方法在对所述分帧图像集进行分解处理之前，还包括对所述分帧图像集进行预处理操作，其中，所述预处理操作包括；

利用图像灰度化将所述分帧图像集中的图像转换为灰度图像；

通过自适应图像降噪滤波器对所述灰度图像进行降噪；

利用对比度拉伸方式对降噪后的所述灰度图像进行对比度增强；及

20 根据 OTSU 算法将对比度增强后的所述灰度图像进行阈值化操作，得到二值化图像。

3、如权利要求 1 或 2 所述的姿态跟踪方法，其特征在于，所述对所述分帧图像集进行分解处理，得到纹理分量图像集，包括：

25 将所述分帧图像集中的图像分解为结构分量图像和纹理分量图像，所述分解采用如下方法：

$$I(x, y) = I_S(x, y) + I_T(x, y)$$

其中， $I(x, y)$ 表示所述分帧图像集中的图像， $I_S(x, y)$ 表示所述结构分量图像， $I_T(x, y)$ 表示所述纹理分量图像；

计算所述结构分量图像 $I_S(x, y)$ ：

$$I_S(x, y) = \min_{I_S} \int_{\Omega} [|\nabla I_S| + \frac{1}{2\theta} (I_S - I)^2] dx$$

30 其中， Ω 为所述分帧图像集中的图像的尺寸， θ 为常量，指的是通过原始对偶算法对能量泛函进行最小化， I 为所述分帧图像集中的图像值；

计算 I_S 的值： $I_S = I + \theta/P$ ， P 为所述 I_S 的对偶变量；

通过迭代求解计算所述对偶变量 P 的值为：

$$\begin{cases} \tilde{p}^{n+1} = p^n + \frac{\tau}{\theta} [\nabla(I + \theta/P^n)] \\ p^{n+1} = \frac{\tilde{p}^{n+1}}{\max\{1, |\tilde{p}^{n+1}|\}} \end{cases}$$

其中, $p^0 = 0$, $\tau \leq \frac{1}{4}$;

将所述分帧图像集中的图像与计算后的所述结构分量图像作差, 得到所述纹理分量图像 $I_T(x, y)$, 即:

$$I_T(x, y) = I(x, y) - I_S(x, y)。$$

5 4、如权利要求 1 所述的姿态跟踪方法, 其特征在于, 所述基于边缘检测算法以及角检测算法对所述纹理分量图像集进行特征点提取, 得到所述纹理分量图像集的目标特征点, 包括:

通过高斯模糊函数对所述纹理分量图像集进行卷积计算, 得到高斯尺度空间函数;

10 对所述高斯尺度空间函数中尺度参数的大小进行改变, 得到所述纹理分量图像的多尺度空间;

通过 Harris 角检测算法对所述多尺度空间进行角点提取, 得到角点特征, 并利用 Canny 边缘提取算法对所述角点特征进行修饰, 得到特征点, 将所述角点特征与所述特征点进行融合, 得到所述纹理分量图像的目标特征点。

15 5、如权利要求 1 所述的姿态跟踪方法, 其特征在于, 所述块匹配技术包含平均绝对误差准则;

其中, 所述平均绝对误差准则为:

$$MAD(i, j) = \frac{1}{MN} \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} |E_k(m, n) - E_{k-1}(m+i, n+j)|$$

20 其中, (i, j) 为图像像素的位移矢量, 即图像像素运动的距离和方向; (m, n) 图像像素的位置坐标, M 和 N 为图像块的长和宽, $E_k(m, n)$ 表示第 k 帧图像在 (m, n) 处的像素值, $E_{k-1}(m+i, n+j)$ 表示第 $k-1$ 帧图像在 $(m+i, n+j)$ 处的像素值。

6、如权利要求 2 所述的姿态跟踪方法, 其特征在于, 所述图像灰度化为将所述分帧图像集中的图像的像素点的 R 、 G 、 B 分量转换为 YUV 的颜色空间的 Y 分量, 所述 Y 分量的计算公式为:

$$Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B$$

25 其中, R 、 G 、 B 分别是 RGB 色彩模式中图像像素点的 R 、 G 、 B 值。

7、如权利要求 2 所述的姿态跟踪方法, 其特征在于, 所述降噪的计算公式为:

$$f(x, y) = g(x, y) - \frac{\delta_g^2}{\delta_L^2} [g(x, y) - \hat{\beta}_L]$$

其中, δ_g^2 是整张图像的噪声方差, $\hat{\beta}_L$ 是点(x,y)附近的一个窗口内的像素灰度均值, δ_L^2 是点(x,y)附近一个窗口内的像素灰度的方差。

8、一种姿态跟踪装置, 其特征在于, 所述装置包括存储器和处理器, 所述存储器上存储有可在所述处理器上运行的姿态跟踪程序, 所述姿态跟踪程序被所述处理器执行时实现如下步骤:

获取视频图像集, 对所述视频图像集进行分帧处理, 得到分帧图像集;

对所述分帧图像集进行分解处理, 得到纹理分量图像集, 并将所述纹理分量图像集输入到光流中;

基于边缘检测算法以及角检测算法对所述纹理分量图像集进行特征点提取, 得到所述纹理分量图像集的目标特征点;

根据所述目标特征点, 利用图像金字塔技术对所述光流中的纹理分量图像集进行姿态跟踪;

通过块匹配技术对进行姿态跟踪后的所述光流中的纹理分量图像集进行匹配, 得到最佳匹配块, 根据所述最佳匹配块, 得到所述光流中的纹理分量图像集的匹配得分, 完成多帧图像的姿态跟踪。

9、如权利要求 8 所述的姿态跟踪装置, 其特征在于, 所述姿态跟踪程序被所述处理器执行时, 在对所述分帧图像集进行分解处理之前, 还包括对所述分帧图像集进行预处理操作, 其中, 所述预处理操作包括;

利用图像灰度化将所述分帧图像集中的图像转换为灰度图像;

通过自适应图像降噪滤波器对所述灰度图像进行降噪;

利用对比度拉伸方式对降噪后的所述灰度图像进行对比度增强; 及

根据 OTSU 算法将对比度增强后的所述灰度图像进行阈值化操作, 得到二值化图像。

10、如权利要求 8 或 9 所述的姿态跟踪装置, 其特征在于, 所述对所述分帧图像集进行分解处理, 得到纹理分量图像集, 包括:

将所述分帧图像集中的图像分解为结构分量图像和纹理分量图像, 所述分解采用如下方法:

$$I(x, y) = I_S(x, y) + I_T(x, y)$$

其中, $I(x, y)$ 表示所述分帧图像集中的图像, $I_S(x, y)$ 表示所述结构分量图像, $I_T(x, y)$ 表示所述纹理分量图像;

计算所述结构分量图像 $I_S(x, y)$:

$$I_S(x, y) = \min_{I_S} \int_{\Omega} [|\nabla I_S| + \frac{1}{2\theta} (I_S - I)^2] dx$$

其中， Ω 为所述分帧图像集中的图像的尺寸， θ 为常量，指的是通过原始对偶算法对能量泛函进行最小化， I 为所述分帧图像集中的图像值；

计算 I_S 的值： $I_S = I + \theta/P$ ， P 为所述 I_S 的对偶变量；

通过迭代求解计算所述对偶变量 P 的值为：

$$\begin{cases} \tilde{P}^{n+1} = p^n + \frac{\tau}{\theta} [\nabla(I + \theta/P^n)] \\ P^{n+1} = \frac{\tilde{P}^{n+1}}{\max\{1, |\tilde{P}^{n+1}|\}} \end{cases}$$

5 其中， $P^0 = 0$ ， $\tau \leq \frac{1}{4}$ ；

将所述分帧图像集中的图像与计算后的所述结构分量图像作差，得到所述纹理分量图像 $I_T(x, y)$ ，即：

$$I_T(x, y) = I(x, y) - I_S(x, y)。$$

11、如权利要求 8 所述的姿态跟踪装置，其特征在于，所述基于边缘检测算法以及角检测算法对所述纹理分量图像集进行特征点提取，得到所述纹理分量图像集的目标特征点，包括：

通过高斯模糊函数对所述纹理分量图像集进行卷积计算，得到高斯尺度空间函数；

15 对所述高斯尺度空间函数中尺度参数的大小进行改变，得到所述纹理分量图像的多尺度空间；

通过 Harris 角检测算法对所述多尺度空间进行角点提取，得到角点特征，并利用 Canny 边缘提取算法对所述角点特征进行修饰，得到特征点，将所述角点特征与所述特征点进行融合，得到所述纹理分量图像的目标特征点。

12、如权利要求 8 所述的姿态跟踪装置，其特征在于，所述块匹配技术包含平均绝对误差准则；

其中，所述平均绝对误差准则为：

$$MAD(i, j) = \frac{1}{MN} \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} |E_k(m, n) - E_{k-1}(m+i, n+j)|$$

25 其中， (i, j) 为图像像素的位移矢量，即图像像素运动的距离和方向； (m, n) 图像像素的位置坐标， M 和 N 为图像块的长和宽， $E_k(m, n)$ 表示第 k 帧图像在 (m, n) 处的像素值， $E_{k-1}(m+i, n+j)$ 表示第 $k-1$ 帧图像在 $(m+i, n+j)$ 处的像素值。

13、如权利要求 9 所述的姿态跟踪装置，其特征在于，所述图像灰度化为将所述分帧图像集中的图像的像素点的 R 、 G 、 B 分量转换为 YUV 的颜色空间的 Y 分量，所述 Y 分量的计算公式为：

$$Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B$$

其中，R、G、B 分别是 RGB 色彩模式中图像像素点的 R、G、B 值。

14、如权利要求 9 所述的姿态跟踪装置，其特征在于，所述降噪的计算公式为：

$$f(x,y) = g(x,y) - \frac{\delta_g^2}{\delta_L^2} [g(x,y) - \hat{\beta}_L]$$

其中， δ_g^2 是整张图像的噪声方差， $\hat{\beta}_L$ 是点(x,y)附近的一个窗口内的像素灰度均值， δ_L^2 是点(x,y)附近一个窗口内的像素灰度的方差。

15、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上存储有姿态跟踪程序，所述姿态跟踪程序可被一个或者多个处理器执行，以实现如下步骤：

获取视频图像集，对所述视频图像集进行分帧处理，得到分帧图像集；

对所述分帧图像集进行分解处理，得到纹理分量图像集，并将所述纹理分量图像集输入到光流中；

基于边缘检测算法以及角检测算法对所述纹理分量图像集进行特征点提取，得到所述纹理分量图像集的目标特征点；

根据所述目标特征点，利用图像金字塔技术对所述光流中的纹理分量图像集进行姿态跟踪；

通过块匹配技术对进行姿态跟踪后的所述光流中的纹理分量图像集进行匹配，得到最佳匹配块，根据所述最佳匹配块，得到所述光流中的纹理分量图像集的匹配得分，完成多帧图像的姿态跟踪。

16、如权利要求 15 所述的计算机可读存储介质，其特征在于，所述姿态跟踪程序被一个或者多个处理器执行时，在对所述分帧图像集进行分解处理之前，还包括对所述分帧图像集进行预处理操作，其中，所述预处理操作包括：

利用图像灰度化将所述分帧图像集中的图像转换为灰度图像；

通过自适应图像降噪滤波器对所述灰度图像进行降噪；

利用对比度拉伸方式对降噪后的所述灰度图像进行对比度增强；及

根据 OTSU 算法将对比度增强后的所述灰度图像进行阈值化操作，得到二值化图像。

17、如权利要求 15 或 16 所述的计算机可读存储介质，其特征在于，所述对所述分帧图像集进行分解处理，得到纹理分量图像集，包括：

将所述分帧图像集中的图像分解为结构分量图像和纹理分量图像，所述分解采用如下方法：

$$I(x,y) = I_S(x,y) + I_T(x,y)$$

其中， $I(x,y)$ 表示所述分帧图像集中的图像， $I_S(x,y)$ 表示所述结构分量图像， $I_T(x,y)$ 表示所述纹理分量图像；

计算所述结构分量图像 $I_S(x, y)$ ：

$$I_S(x, y) = \min_{I_S} \int_{\Omega} [|\nabla I_S| + \frac{1}{2\theta} (I_S - I)^2] dx$$

其中， Ω 为所述分帧图像集中的图像的尺寸， θ 为常量，指的是通过原始对偶算法对能量泛函进行最小化， I 为所述分帧图像集中的图像值；

计算 I_S 的值： $I_S = I + \theta/P$ ， P 为所述 I_S 的对偶变量；

5 通过迭代求解计算所述对偶变量 P 的值为：

$$\begin{cases} \tilde{P}^{n+1} = p^n + \frac{\tau}{\theta} [\nabla(I + \theta/P^n)] \\ p^{n+1} = \frac{\tilde{P}^{n+1}}{\max\{1, |\tilde{P}^{n+1}|\}} \end{cases}$$

其中， $P^0 = 0$ ， $\tau \leq \frac{1}{4}$ ；

将所述分帧图像集中的图像与计算后的所述结构分量图像作差，得到所述纹理分量图像 $I_T(x, y)$ ，即：

$$I_T(x, y) = I(x, y) - I_S(x, y)。$$

10 18、如权利要求 15 所述的计算机可读存储介质，其特征在于，所述基于边缘检测算法以及角检测算法对所述纹理分量图像集进行特征点提取，得到所述纹理分量图像集的目标特征点，包括：

通过高斯模糊函数对所述纹理分量图像集进行卷积计算，得到高斯尺度空间函数；

15 对所述高斯尺度空间函数中尺度参数的大小进行改变，得到所述纹理分量图像的多尺度空间；

通过 Harris 角检测算法对所述多尺度空间进行角点提取，得到角点特征，并利用 Canny 边缘提取算法对所述角点特征进行修饰，得到特征点，将所述角点特征与所述特征点进行融合，得到所述纹理分量图像的目标特征点。

20 19、如权利要求 15 所述的计算机可读存储介质，其特征在于，所述块匹配技术包含平均绝对误差准则；

其中，所述平均绝对误差准则为：

$$MAD(i, j) = \frac{1}{MN} \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} |E_k(m, n) - E_{k-1}(m+i, n+j)|$$

25 其中， (i, j) 为图像像素的位移矢量，即图像像素运动的距离和方向； (m, n) 图像像素的位置坐标， M 和 N 为图像块的长和宽， $E_k(m, n)$ 表示第 k 帧图像在 (m, n) 处的像素值， $E_{k-1}(m+i, n+j)$ 表示第 $k-1$ 帧图像在 $(m+i, n+j)$ 处的像素值。

20、如权利要求 16 所述的计算机可读存储介质，其特征在于，所述图像

灰度化为将所述分帧图像集中的图像的像素点的 R、G、B 分量转换为 YUV 的颜色空间的 Y 分量，所述 Y 分量的计算公式为：

$$Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B$$

其中，R、G、B 分别是 RGB 色彩模式中图像像素点的 R、G、B 值。

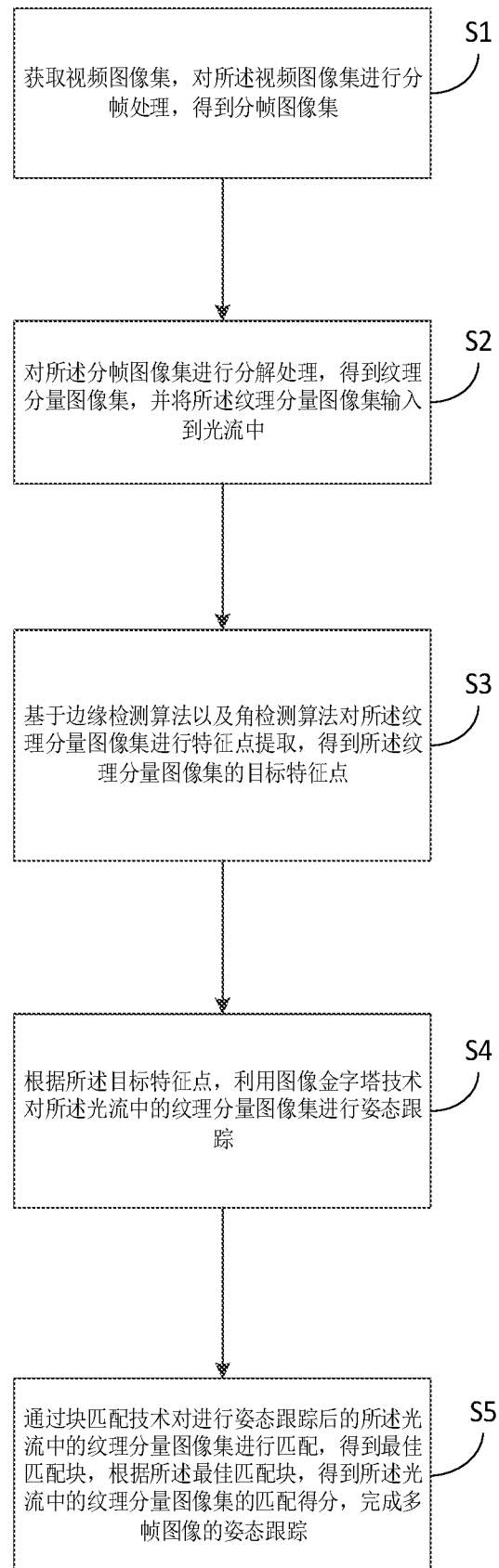


图 1

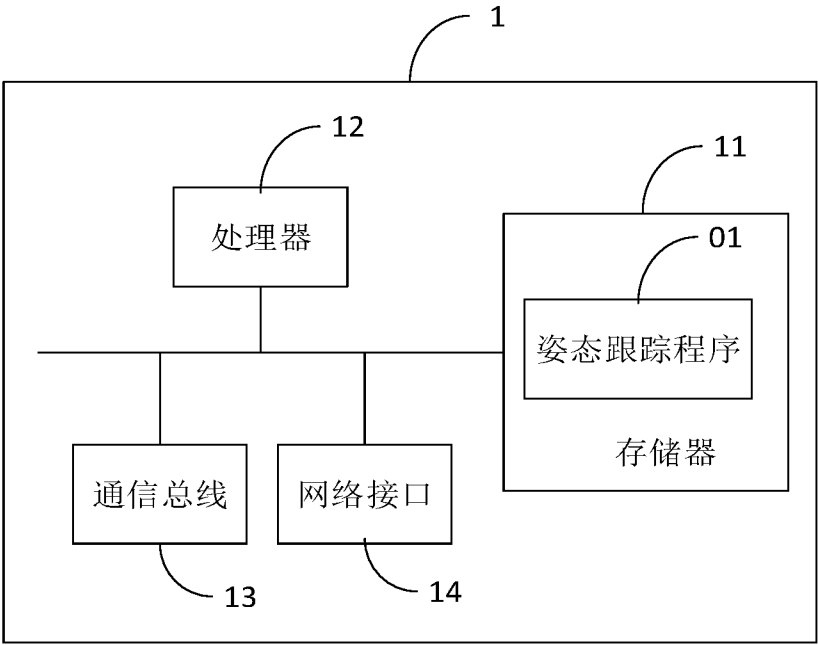


图 2

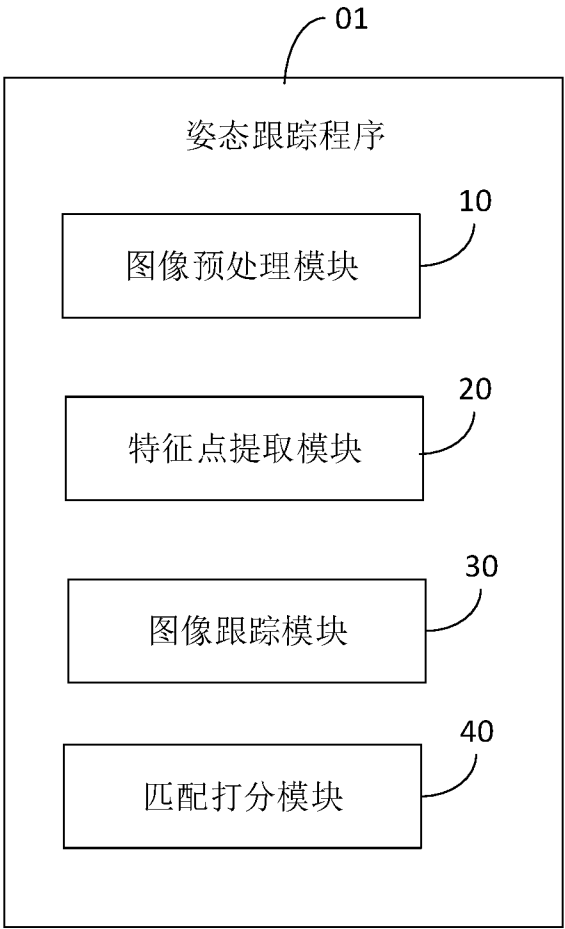


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/116555

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T 7/20(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

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: 追踪, 跟踪, 光流, 金字塔, 匹配, 对象, trace, flow, match, object

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 109753940 A (BOE TECHNOLOGY GROUP CO., LTD. et al.) 14 May 2019 (2019-05-14) description, paragraphs [0039]-[0075]	1-20
A	CN 104200455 A (BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 10 December 2014 (2014-12-10) entire document	1-20
A	CN 106845555 A (JULONG ZHITONG TECH CO., LTD.) 13 June 2017 (2017-06-13) entire document	1-20
A	US 2018361577 A1 (DISCOVERY ROBOTICS) 20 December 2018 (2018-12-20) entire document	1-20



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

08 April 2020

Date of mailing of the international search report

21 April 2020

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/CN2019/116555

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	109753940	A	14 May 2019	None	
CN	104200455	A	10 December 2014	None	
CN	106845555	A	13 June 2017	None	
US	2018361577	A1	20 December 2018	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/116555

A. 主题的分类

G06T 7/20 (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

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: 追踪, 跟踪, 光流, 金字塔, 匹配, 对象, trace, flow, match, object

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
X	CN 109753940 A (京东方科技集团股份有限公司等) 2019年 5月 14日 (2019 - 05 - 14) 说明书第[0039]-[0075]段	1-20
A	CN 104200455 A (北京工业大学) 2014年 12月 10日 (2014 - 12 - 10) 全文	1-20
A	CN 106845555 A (聚龙智瞳科技有限公司) 2017年 6月 13日 (2017 - 06 - 13) 全文	1-20
A	US 2018361577 A1 (DISCOVERY ROBOTICS) 2018年 12月 20日 (2018 - 12 - 20) 全文	1-20

☐ 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

2020年 4月 8日

国际检索报告邮寄日期

2020年 4月 21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

丛磊

电话号码 (86-10)-53961305

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/116555

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	109753940	A	2019年 5月 14日	无	
CN	104200455	A	2014年 12月 10日	无	
CN	106845555	A	2017年 6月 13日	无	
US	2018361577	A1	2018年 12月 20日	无	