

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2022 年 1 月 20 日 (20.01.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/012341 A1

(51) 国际专利分类号:
G03B 21/53 (2006.01) **G02B 7/38** (2021.01)
G02B 7/28 (2021.01) **H04N 9/31** (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/103973

(22) 国际申请日: 2021 年 7 月 1 日 (01.07.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202010670526.6 2020 年 7 月 13 日 (13.07.2020) CN

(71) 申请人: 深圳光峰科技股份有限公司 (APPOTRONICS CORPORATION LIMITED)
[CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区粤海街道学府路 63 号高新区联合总部大厦 20-22 楼, Guangdong 518000 (CN)。

(72) 发明人: 邓岳慈 (DENG, Yueci); 中国广东省深圳市南山区粤海街道学府路 63 号高新区联合总部大厦 20-22 楼, Guangdong 518000 (CN)。
李屹 (LI, Yi); 中国广东省深圳市南山区粤海街道学府路 63 号高新区联合总部大厦 20-22 楼, 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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(54) **Title:** PROJECTION DEVICE, AND AUTOMATIC FOCUSING METHOD AND APPARATUS THEREFOR

(54) 发明名称: 投影设备、投影设备的自动对焦方法以及装置

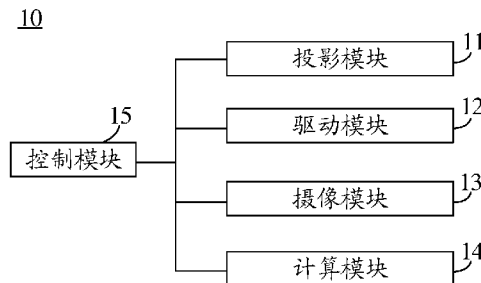


图 1

11 Projection module
12 Driving module
13 Image pickup module
14 Calculation module
15 Control module

(57) **Abstract:** The present application relates to the technical field of projection. Specifically disclosed are a projection device, an automatic focusing method, and an apparatus having a storage function. A control module of the projection device controls a driving module to drive the projection device to move so that a projection module forms multiple projected pictures by means of projection according to a preset time sequence, and controls an image pickup module to capture the multiple projected pictures according to the preset time sequence, so as to obtain multiple images to be analyzed. The control module is further used for controlling a calculation module to synchronously calculate, when the image pickup module captures the projected pictures frame by frame, sharpness values of all the images to be analyzed to obtain sharpness value sequences, and analyze two adjacent sharpness value sequences to determine the best focus position and return time required to move to the best focus position. The control module is further used for controlling the driving module to drive the projection device to continuously move at a preset speed in the opposite direction of the current movement direction for the return time. In this way, the focusing precision can be improved, and the focusing time can be shortened.

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

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 本申请涉及投影技术领域, 具体公开了一种投影设备、自动对焦方法以及具有存储功能的装置, 该投影设备的控制模块控制驱动模块驱动投影设备移动, 以使投影模块按预设时序投射形成多个投影画面, 并控制摄像模块按预设时序摄取多个投影画面, 以得到多个待分析图像; 控制模块还用于控制计算模块在摄像模块逐帧摄取投影画面时, 同步计算各个待分析图像的清晰度值, 得到清晰度值序列, 并分析相邻的两个清晰度值序列, 以确定最佳对焦位置以及移动到最佳对焦位置所需的返程时间; 控制模块还用于控制驱动模块驱动投影设备沿当前移动方向的反方向以预设速度持续移动返程时间。通过上述方式, 能够提高对焦精度, 并缩短对焦时间。

投影设备、投影设备的自动对焦方法以及装置

技术领域

本申请涉及投影技术领域，特别是涉及一种投影设备、投影设备的自动对焦方法以及装置。

背景技术

投影设备一般用于投射与之连接的相关设备上所显示的界面图像，比如投射电脑、手机设备屏幕上所显示的界面图像等。

本申请的发明人在长期的研发过程中，发现由于现有技术中存在一些自动对焦方法，如采用额外的测距装置，测量屏幕与投影机之间的距离，根据距离与焦距的关系驱动马达移动投影镜头到指定的位置，但是这种方式对焦精度差，且对焦过程所花时间较长，进而影响用户使用体验。

发明内容

本申请提供一种投影设备、投影设备的自动对焦方法以及具有存储功能的装置，旨在解决对焦时间过长且精度不高的问题。

一方面，本申请提供了一种投影设备，包括：投影模块、驱动模块、摄像模块、计算模块以及控制模块，控制模块电性耦接投影模块、驱动模块、摄像模块以及计算模块；

投影模块用于将参考图片投射到待显示画面处以形成投影画面；

控制模块用于控制驱动模块驱动投影设备移动，以使投影模块按预设时序投射形成多个投影画面，并控制摄像模块按预设时序逐帧摄取投影画面，以得到多个待分析图像；

控制模块还用于控制计算模块在摄像模块逐帧摄取投影画面时，同步计算各个待分析图像的清晰度值，得到清晰度值序列，并分析相邻的

两个清晰度值序列，以确定最佳对焦位置以及移动到最佳对焦位置所需的返程时间；

控制模块还用于控制驱动模块驱动投影设备沿当前移动方向的反方向以预设速度持续移动返程时间，以使投影设备移动到最佳对焦位置。

另一方面，本申请提供了一种投影设备的自动对焦方法，该方法包括：

驱动投影设备以预设速度移动，以使投影设备其内设置的投影模块按预设时序将参考图片投射到待显示画面处以形成多个投影画面；

按预设时序逐帧摄取投影画面，以得到多个待分析图像；

在逐帧摄取投影画面时，同步计算各个待分析图像的清晰度值，得到清晰度值序列；

分析相邻的两个清晰度值序列，以确定最佳对焦位置以及移动到最佳对焦位置所需的返程时间；

驱动投影设备沿当前移动方向的反方向以预设速度持续移动返程时间，以使投影设备移动到最佳对焦位置。

又一方面，本申请提供了一种具有存储功能的装置，其上存储有计算机程序，计算机程序被处理器执行时实现如前述的自动对焦方法的步骤。

本申请提供的技术方案可以达到以下有益效果：本申请的投影模块按预设时序投射形成多个投影画面，在摄像模块逐帧摄取该多个投影画面时，计算模块同步计算各个待分析图像的清晰度值，以得到清晰度值序列，通过分析相邻的两个清晰度值序列，可以确定最佳对焦位置以及移动到最佳对焦位置所需的返程时间。由于本申请直接分析图像清晰度的梯度变化即可确定最佳对焦位置，不需要采用额外的测距装置，能够提高对焦精度，同时不需要分析全部清晰度值后再搜索当中的最佳清晰度值，与现有技术相比摄取图像数量更少、对焦时间更短、对焦效率更高。

附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。其中：

图 1 为本申请投影设备第一实施例的功能模块示意图；

图 2 为本申请投影设备第二实施例的功能模块示意图；

图 3 为本申请投影设备第三实施例的功能模块示意图

图 4 为本申请投影设备第四实施例的功能模块示意图；

图 5 为本申请投影设备的自动对焦方法第一实施例的流程示意图；

图 6 为本申请投影设备的自动对焦方法第二实施例的流程示意图；

图 7 为本申请投影设备的自动对焦方法第三实施例的流程示意图；

图 8 为本申请投影设备的自动对焦方法中滤波后的图像清晰度值曲线图。

具体实施方式

下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例，而不是全部实施例。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性的劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。

现有投影设备的对焦处理一般采用测距法。测距法通过传感器（主要是测距类传感器，如 TOF，红外，超声波等）获得投影机与投影平面的距离信息，然后根据预先所存的距离-最佳对焦位置对照表，直接计算得出投影模块所需移动到最佳对焦位置的距离，然后驱动电机带动投影模块位移到最佳对焦位置进而实现对焦，但这种测距法的缺点明显，一是精度不够，二是无法解决投影机热失焦的问题，投影热失焦时，投影模块的位置并没有改变，但所对应的最佳对焦位置因为光学仪器的膨胀而发生了位移，此时便失去了能够参考的距离信息，导致测距法失效。

为解决现有技术存在的技术问题，本申请提供一种投影设备，参照

图 1，图 1 为本申请投影设备第一实施例的功能模块示意图。本实施例中，投影设备 10 可以是投影设备本体(包括微型投影设备本体)和激光电视等能够投射投影画面的设备。投影设备 10 包括：投影模块 11、驱动模块 12、摄像模块 13、计算模块 14 以及控制模块 15。控制模块 15 电性耦接投影模块 11、驱动模块 12、摄像模块 13 以及计算模块 14。

投影模块 11 用于将参考图片投射到待显示画面处以形成投影画面，控制模块 15 用于控制驱动模块 12 驱动投影设备移动，以使投影模块 11 按预设时序投射形成多个投影画面。

具体地，投影模块 11 包括光源模块、光机模块以及投影镜头。光源模块用以提供照明光束。光机模块用以将照明光束转换成影像光束。投影镜头用以将影像光束转换成投影光束，并将投影光束投射出以形成投影画面。驱动模块 12 可以为调焦马达，调焦马达连接投影模块 11，该调焦马达用于驱动投影模块 11 的投影镜头沿光轴方向移动。在上述驱动模块 12 的驱动下，投影模块 11 的投影镜头按预设时序一边移动一边向墙面或者幕布上投射投影画面。可以理解的是，随着投影镜头的移动，投影画面的清晰度也有不同。摄像模块 13 按预设时序逐帧拍摄并记录不同清晰度的投影画面，得到多个待分析图像。

在其他实施例中，驱动模块 12 可以为驱动杆，投影设备包括用于与外界固定面固定的固定支架和支撑结构，驱动杆设置在固定支架上，且支撑结构固定在驱动杆上。固定支架包括主体部以及自主体部向两侧弯折延伸的固定端，固定端用于与外界固定面相贴合并固定，主体部包括相对设置的顶壁和底壁，驱动杆贯穿顶壁与底壁并与固定端间隔设置，支撑结构自驱动杆向远离外界固定面方向延伸，支撑结构用于支撑待固定物，通过驱动杆的旋转实现支撑结构的高度位置连续可调，进而使投影设备的投影模块 11 的高度位置连续可调。通过驱动杆的旋转实现支撑结构的高度位置连续可调。不仅方便固定，而且方便实现沿高度方向上的位置调节，可以有效实现对投影效果的有效调节。

在摄像模块 13 逐帧摄取投影画面时，计算模块 14 同步计算各个待分析图像的清晰度值，得到清晰度值序列，并分析相邻的两个清晰度值

序列，以确定最佳对焦位置以及移动到最佳对焦位置所需的返程时间，并将最佳对焦位置和返程时间反馈给控制模块 15。控制模块 15 用于控制驱动模块 12 驱动投影设备 10 沿当前移动方向的反方向以预设速度持续移动返程时间，直至投影设备 10 移动到最佳对焦位置，以实现对焦。

为了进一步提高投影设备 10 和摄像模块 13 安装的稳定性，可以将摄像模块 13 嵌入投影设备 10 中，使摄像模块 13 和投影设备 10 成为一体结构，有效地提高了摄像模块 13 对投影画面进行标定时准确性，保证了投影设备 10 的可靠性。

具体地，计算模块 14 用于在摄像模块 13 逐帧摄取投影画面时，同步计算该投影画面对应的待分析图像 PN 的清晰度值 SN，即计算模块 14 计算图像清晰度与摄像模块 13 拍摄投影画面是同时进行的，这样可以节省计算模块 14 处理图像所耗费的时间。

其中清晰度值的计算方法可以采用有小波变换、傅立叶变换、图像灰度梯度值、图像灰度梯度值算法、Tenengrad 函数等。不同算法所对应的应用环境不同，优选地，本实施例可以采用 Tenengrad 函数。进一步地，由于清晰度值曲线具有单峰性的特点，计算模块 14 可以分析相邻的两个清晰度值序列 $\{s_1, s_2, \dots, s_{N-1}\}$ 和 $\{s_2, s_3, \dots, s_N\}$ ，以确定得到的最佳对焦位置和投影模块 11 的返程点。此时，控制模块 15 可以控制投影模块 11 从返程点以预设速度移动返程时间后回到最佳对焦位置，进而实现对焦。

通过上述方式，本申请实施例的投影模块 11 按预设时序投射形成多个投影画面，在摄像模块 13 逐帧摄取该多个投影画面时，计算模块 14 同步计算各个待分析图像的清晰度值，以得到清晰度值序列，通过分析相邻的两个清晰度值序列，可以确定最佳对焦位置以及移动到最佳对焦位置所需的返程时间。由于本申请直接分析图像清晰度的梯度变化即可确定最佳对焦位置，不需要采用额外的测距装置，能够提高对焦精度，同时不需要分析全部清晰度值后再搜索当中的最佳清晰度值，与现有技术相比摄取图像数量更少、对焦时间更短、对焦效率更高。

在一实施例中，摄像模块 13 用于逐帧摄取投影画面，以获得投影

图像，并提取投影图像中所需对焦区域的像素，以生成待分析图像。

具体地，摄像模块 13 逐帧拍摄并记录投影模块 11 在每次移动后所在行程位置所对应的投影画面 I_0 ，并提取投影画面 I_0 中所需对焦区域的像素形成新的待分析图像 I_t 。

参照图 2，图 2 为本申请投影设备第二实施例的功能模块示意图。在一实施例中，驱动模块 12 可以为直流电机 122，直流电机 122 连接投影模块 11。

直流电机 122 用于驱动投影模块 11 以预设速度移动，以使投影模块 11 按预设时序投射形成多个投影画面。

需要说明的是，现有技术中通常是通过步进电机的输出以带动投影模块 11 一步一步地移动到最佳对焦位置，但本申请发明人发现，要达到比较理想的对焦位置，投影模块 11 会在最佳对焦位置附近来回震荡几次。由于清晰度曲线易存在局部鞍点，若步进电机的步长过小，则投影模块 11 容易陷入鞍点中，导致对焦失败。若步进电机的步长过大，则会增大镜头在最佳对焦位置来回震荡的次数，减慢对焦速度。区别于现有技术，本实施例采用直流电机 122 驱动投影模块 11 移动，与步进电机的控制不同的是，直流电机 122 通过控制高平信号的时间直接控制电机的运动时间，通过控制 PWM 信号的占空比控制电机的转速，所以高平信号的时间和 PWM 的占空比决定了电机的位移量，并不需要设置移动步长，避免出现现有技术中步进电机对焦失败或对焦速度慢的问题。

参照图 3，图 3 为本申请投影设备第三实施例的功能模块示意图。计算模块 14 包括：滤波单元 141、移动方向判断单元 142 以及返程时间计算单元 143。

计算模块 14 同步计算摄像模块 13 摄取的各个待分析图像的清晰度值，以得到清晰度值序列。

滤波单元 141 用于采用平均滤波法分别对相邻的两个清晰度值序列进行滤波处理，以得到相邻的两个滤波值。

具体地，为了消除清晰度曲线中的局部鞍点，进而避免投影模块 11 陷入鞍点，本实施例使用滤波单元 141 对所得到的清晰度值序列做滤波

处理,使得对焦方法变得更为鲁棒。优选地,滤波单元 141 可以为低通滤波器。

N 次摄取所述投影画面后,计算得到相邻的两个清晰度值序列 $\{s_1, s_2, \dots, s_{N-1}\}$ 和 $\{s_2, s_3, \dots, s_N\}$, 使用平均滤波法分别对上述两个相邻的两个清晰度值序列进行滤波处理后,得到两个滤波值 s'_{N-1} 和 s'_N , 其中, $s'_{N-1} = \frac{s_1 + \dots + s_{N-1}}{N-1}$, $s'_N = \frac{s_2 + \dots + s_N}{N-1}$, $N \geq 2$ 。

移动方向判断单元 142 用于判断相邻的两个滤波值是否随投影模块 11 当前移动方向而衰减,其中,若否则判定投影模块 11 应沿当前移动方向的反方向移动。

具体地,计算 $s'_{N-1} - s'_N$ 的值,如果 $s'_{N-1} - s'_N$ 大于 0,则说明相邻的两个滤波值随投影模块 11 当前移动方向而衰减,此时投影模块 11 所移动的方向是最佳对焦位置的方向,控制投影模块 11 继续沿当前移动方向移动。当 $s'_{N-1} - s'_N$ 小于 0,说明相邻的两个滤波值随投影模块 11 当前移动方向而递增,说明投影模块 11 已走过最佳对焦位置,投影模块 11 应沿当前移动方向的反方向移动到最佳对焦位置。

返程时间计算单元 143 用于根据各个清晰度值和各个清晰度值的计算时间得到返程时间。

具体地,当 $s'_{N-1} - s'_N$ 小于 0 时,控制投影模块 11 停止移动,例如,可以停止直流电机 122 工作,进而停止驱动投影模块 11 继续移动。搜索所储存清晰度序列 $\{s_1, s_2, \dots, s_N\}$ 中的最大值,找到最大值所对应的位置 $d = \arg\max(S)$, 该最大值所对应的位置即为最佳对焦位置。计算从当前位置移动到最佳对焦位置所需的返程时间, $T = \sum_a^n t_i$, t_i 为清晰度值 s_i 的计算时间。

进一步地,控制模块 15 还用于控制直流电机 122 驱动投影模块 11 沿当前移动方向的反方向以预设速度持续移动返程时间 T ,以使投影模块 11 移动到最佳对焦位置。

参照图 4,图 4 为本申请投影设备第四实施例的功能模块示意图。计算模块 14 还包括清晰度计算单元 144,清晰度计算单元 144 用于根据清晰度评价函数计算各个待分析图像的清晰度值。

具体地，运用 Tenengrad 梯度算法的评价函数计算各个待分析图像的清晰度值 s ，其中，

$$s = \sum_{Width} \sum_{Height} S_x(x, y)^2 + S_y(x, y)^2$$

其中， $S_x(x, y)$ 和 $S_y(x, y)$ 表示待分析图像与 Sobel 边缘算子卷积在像素点 (x, y) 处的值，Sobel 边缘算子在 x 轴方向和 y 轴方向各有一个。

本实施例的计算方法权衡了计算速度和效果，保证了清晰度曲线单峰性的同时，快速的对待分析图像进行清晰度评价，运算复杂度更低，耗时更少，使计算模块 14 在投影模块 11 所能移动的范围采集处理更多的序列图像，保证了清晰度曲线的稠密性。

参照图 5，图 5 为本申请投影设备的自动对焦方法第一实施例的流程示意图。本申请投影设备的自动对焦方法基于上述实施例中的投影设备 10，关于投影设备的具体描述请参照上述实施例，在此不做赘述。

该投影设备的自动对焦方法包括以下步骤：

S11：驱动投影设备以预设速度移动，以使投影设备其内设置的投影模块按预设时序将参考图片投射到待显示画面处以形成多个投影画面。

S12：按预设时序逐帧摄取投影画面，以得到多个待分析图像。

S13：在逐帧摄取投影画面时，同步计算各个待分析图像的清晰度值，得到清晰度值序列。

S14：分析相邻的两个清晰度值序列，以确定最佳对焦位置以及移动到最佳对焦位置所需的返程时间。

S15：驱动投影设备沿当前移动方向的反方向以预设速度持续移动返程时间，以使投影设备移动到最佳对焦位置。

具体地，在驱动模块的驱动下，投影模块按预设时序一边移动一边向墙面或者幕布上投射投影画面。可以理解的是，随着投影镜头的移动，投影画面的清晰度也有不同。按预设时序逐帧拍摄并记录不同清晰度的投影画面，得到多个待分析图像。

在逐帧摄取投影画面时，同步计算该投影画面对应的待分析图像 PN 的清晰度值 SN，即计算图像清晰度与拍摄投影画面是同时进行的，这

样可以节省处理图像所耗费的时间。

其中清晰度值的计算方法可以采用有小波变换、傅立叶变换、图像灰度梯度值、图像灰度梯度值算法、Tenengrad 函数等。不同算法所对应的应用环境不同，优选地，本实施例可以采用 Tenengrad 函数。进一步地，由于清晰度值曲线具有单峰性的特点，可以分析相邻的两个清晰度值序列 $\{s_1, s_2, \dots, s_{N-1}\}$ 和 $\{s_2, s_3, \dots, s_N\}$ ，以确定得到的最佳对焦位置和摄像模块的返程点。此时，可以控制摄像模块从返程点移动返程时间后回到最佳对焦位置，进而实现对焦。

通过上述方式，本申请实施例的投影模块按预设时序投射形成多个投影画面，在逐帧摄取该多个投影画面时，同步计算各个待分析图像的清晰度值，以得到清晰度值序列，通过分析相邻的两个清晰度值序列，可以确定最佳对焦位置以及移动到最佳对焦位置所需的返程时间。由于本申请直接分析图像清晰度的梯度变化即可确定最佳对焦位置，不需要采用额外的测距装置，能够提高对焦精度，同时不需要分析全部清晰度值后再搜索当中的最佳清晰度值，与现有技术相比摄取图像数量更少、对焦时间更短、对焦效率更高。

参照图 6，图 6 是本申请投影设备的自动对焦方法第二实施例的流程示意图。步骤 S12 具体包括以下步骤：

S121：逐帧摄取投影画面，以获得投影图像，并提取投影图像中所需对焦区域的像素，以生成待分析图像。

参照图 7，图 7 本申请投影设备的自动对焦方法第三实施例的流程示意图。步骤 S11 具体包括以下步骤：

S111：通过直流电机驱动所述投影模块以预设速度移动，以使所述投影模块按预设时序将参考图片投射到待显示画面处以形成多个投影画面。

具体地，直流电机开始驱动摄像模块移动，同时，摄像模块拍摄并记录摄像模块在每次移动后所在行程位置所对应的投影画面 I_0 ，并提取投影画面 I_0 中所需对焦区域的像素形成新的待分析图像 I_t 。

其中，直流电机通过控制高平信号的时间直接控制电机的运动时间，

通过控制 PWM 信号的占空比控制电机的转速，所以高平信号的时间和 PWM 的占空比决定了电机的位移量，并不需要设置移动步长，避免出现现有技术中步进电机对焦失败或对焦速度慢的问题。

步骤 S14 具体包括以下步骤：

S141: 采用平均滤波法分别对相邻的两个清晰度值序列 $\{s_1, s_2, \dots, s_N\}$ 和 $\{s_2, s_3, \dots, s_{N+1}\}$ 进行滤波处理，以得到相邻的两个滤波值 s'_{N-1} 和 s'_N 。

其中， $s'_{N-1} = \frac{s_1 + \dots + s_{N-1}}{N-1}$ ， $s'_N = \frac{s_2 + \dots + s_N}{N-1}$ ， $N \geq 2$ 。

S142: 判断相邻的两个滤波值是否随投影模块当前移动方向而衰减。

若 $s'_{N-1} - s'_N$ 小于 0，则判定投影模块应沿当前移动方向的反方向移动。

具体地，N 次摄取投影画面后，计算得到相邻的两个清晰度值序列 $\{s_1, s_2, \dots, s_N\}$ 和 $\{s_2, s_3, \dots, s_{N+1}\}$ ，使用 N 点平均滤波法分别对上述两个相邻的两个清晰度值序列进行滤波处理后，得到两个滤波值 s'_{N-1} 和 s'_N ，其中， $s'_{N-1} = \frac{s_1 + \dots + s_{N-1}}{N-1}$ ， $s'_N = \frac{s_2 + \dots + s_N}{N-1}$ ， $N \geq 2$ 。

计算 $s'_{N-1} - s'_N$ 的值，如果大于 0，则说明相邻的两个滤波值随投影模块当前移动方向而衰减，此时投影模块所移动的方向是最佳对焦位置的方向，控制投影模块继续沿当前移动方向移动。当 $s'_{N-1} - s'_N$ 小于 0，说明相邻的两个滤波值随投影模块当前移动方向而递增，说明投影模块已走过最佳对焦位置，投影模块应沿当前移动方向的反方向移动到最佳对焦位置。

S143: 当 $s'_{N-1} - s'_N < 0$ 时，停止驱动投影模块移动并搜索清晰度序列 $\{s_1, s_2, \dots, s_N\}$ 的中最大值。

其中，最大值所对应的位置 $d = \text{argmax}(S)$ 。

S144: 计算返程时间 T。

其中， $T = \sum_a^n t_i$ ， t_i 为清晰度值 s_i 的计算时间。

具体地，当 $s'_{N-1} - s'_N$ 小于 0 时，控制投影模块停止移动，例如，可以停止直流电机工作，进而停止驱动投影模块继续移动。搜索所储存清晰度序列 $\{s_1, s_2, \dots, s_N\}$ 中的最大值，找到最大值所对应的位置 $d = \text{argmax}(S)$ ，该最大值所对应的位置即为最佳对焦位置。计算从当前位

置移动到最佳对焦位置 d 所需的返程时间, $T = \sum_d^n t_i$, t_i 为清晰度值 s_i 的计算时间。

如图 8 所示, 原始的图像清晰度值曲线是单峰性, 但存在不少局部鞍点。通过平均滤波后的曲线变得平滑, 计算该滤波后的曲线的梯度时能够顺利走过投影模块的最佳对焦位置。根据步骤 S143 和 S144, 可找到对应的返程点和最佳对焦位置 (图 8 中的清晰度曲线描绘了投影模块移动范围内的清晰度范围)。返程时间 T 可以根据步骤 S145 计算得出。由图 8 可看出, 假设投影模块的初始位置在图像曲线的最左端, 此例子对焦所耗费的总时间约等于计算 50 帧图像左右的时间, 如果计算一帧图像的平均时间为 20ms, 则本次自动对焦总耗时为 1s 左右。

步骤 S15 具体包括以下步骤:

步骤 S151: 驱动投影模块沿当前移动方向的反方向以预设速度持续移动返程时间 T , 以使投影模块移动到最佳对焦位置。

在一实施例中, 步骤 S13 还包括: 在移动摄取投影画面时, 根据清晰度评价函数计算各个待分析图像的清晰度值 s ,

$$s = \sum_{Width} \sum_{Height} S_x(x, y)^2 + S_y(x, y)^2$$

其中, $S_x(x, y)$ 和 $S_y(x, y)$ 由 Sobel 边缘检测算子和图像卷积得到。

具体地, 运用 Tenengrad 梯度算法的评价函数计算各个待分析图像的清晰度值 s , 上述式中 $S_x(x, y)$ 和 $S_y(x, y)$ 表示待分析图像与 Sobel 边缘算子卷积在像素点 (x, y) 处的值, Sobel 边缘算子在 x 轴方向和 y 轴方向各有一个。

本实施例的计算方法权衡了计算速度和效果, 保证了清晰度曲线单峰性的同时, 快速的对待分析图像进行清晰度评价, 运算复杂度更低, 耗时更少, 使计算模块在摄像模块所能移动的范围采集处理更多的序列图像, 保证了清晰度曲线的稠密性。

本申请还提供一种具有存储功能的装置。该装置上存储有计算机程序, 计算机程序被处理器执行时实现如前述投影设备的自动对焦方法的步骤。具体过程请参见上述实施例, 在此不做赘述。

通过上述描述可知，本申请通过具有存储功能的装置存储程序，用于存储处理器执行的程序以及在执行程序时所产生的中间数据，便于用户预先存储数据。应该理解到，在本申请所提供的几个实施例中，所揭露的方法和装置，可以通过其它的方式实现。例如，以上所描述的装置实施方式仅仅是示意性的，例如，模块或单元的划分，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式，例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统，或一些特征可以忽略，或不执行。另一点，所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口，装置或单元的间接耦合或通信连接，可以是电性，机械或其它的形式。

作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施方式方案的目的。

另外，在本申请各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能单元的形式实现。

集成的单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用时，可以存储在一个计算机可读取存储介质中。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或者该技术方案的全部或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一个存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等)或处理器(processor)执行本申请各个实施方式方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U盘、移动硬盘、只读存储器(ROM, Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM, Random Access Memory)、服务器、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

以上仅为本申请的实施方式，并非因此限制本申请的专利范围，凡

是利用本申请说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换，或直接或间接运用在其他相关的技术领域，均同理包括在本申请的专利保护范围内。

权利要求书

1.一种投影设备，其特征在于，包括：投影模块、驱动模块、摄像模块、计算模块以及控制模块，所述控制模块电性耦接所述投影模块、所述驱动模块、所述摄像模块以及所述计算模块；

所述投影模块用于将参考图片投射到待显示画面处以形成投影画面；

所述控制模块用于控制所述驱动模块驱动所述投影设备移动，以使所述投影模块按预设时序投射形成多个所述投影画面，并控制所述摄像模块按所述预设时序逐帧摄取所述投影画面，以得到多个待分析图像；

所述控制模块还用于控制所述计算模块在所述摄像模块逐帧摄取所述投影画面时，同步计算各个所述待分析图像的清晰度值，得到清晰度值序列，并分析相邻的两个所述清晰度值序列，以确定最佳对焦位置以及移动到所述最佳对焦位置所需的返程时间；

所述控制模块还用于控制所述驱动模块驱动所述投影设备沿当前移动方向的反方向以所述预设速度持续移动所述返程时间，以使所述投影设备移动到所述最佳对焦位置。

2.根据权利要求 1 所述的投影设备，其特征在于，所述摄像模块用于逐帧摄取所述投影画面，以获得投影图像，并提取所述投影图像中所需对焦区域的像素，以生成所述待分析图像。

3.根据权利要求 1 所述的投影设备，其特征在于，所述驱动模块为直流电机；

所述控制模块用于控制所述直流电机驱动所述投影模块以预设速度移动，以使所述投影模块按预设时序投射形成多个所述投影画面。

4.根据权利要求 3 所述的投影设备，其特征在于，所述计算模块包括：

滤波单元，用于采用平均滤波法分别对相邻的两个所述清晰度值序列进行滤波处理，以得到相邻的两个滤波值；

移动方向判断单元，用于判断相邻的两个所述滤波值是否随所述投

影模块当前移动方向而衰减，其中，若否，则判定所述投影模块应沿当前移动方向的反方向移动；

返程时间计算单元，用于根据各个所述清晰度值和各个所述清晰度值的计算时间得到所述返程时间；

所述控制模块还用于控制所述直流电机驱动所述投影模块沿当前移动方向的反方向以所述预设速度持续移动所述返程时间，以使所述投影模块移动到所述最佳对焦位置。

5.根据权利要求 4 所述的投影设备，其特征在于，所述计算模块还包括：

清晰度计算单元，用于根据清晰度评价函数计算各个所述待分析图像的清晰度值。

6.根据权利要求 4 所述的投影设备，其特征在于，所述滤波单元为低通滤波器。

7.一种投影设备的自动对焦方法，其特征在于，所述方法包括：

驱动所述投影设备以预设速度移动，以使所述投影设备其内设置的投影模块按预设时序将参考图片投射到待显示画面处以形成多个投影画面；

按所述预设时序逐帧摄取所述投影画面，以得到多个待分析图像；

在逐帧摄取所述投影画面时，同步计算各个所述待分析图像的清晰度值，得到清晰度值序列；

分析相邻的两个所述清晰度值序列，以确定最佳对焦位置以及移动到所述最佳对焦位置所需的返程时间；

驱动所述投影设备沿当前移动方向的反方向以所述预设速度持续移动所述返程时间，以使所述投影设备移动到所述最佳对焦位置。

8.根据权利要求 7 所述的方法，其特征在于，所述按所述预设时序逐帧摄取所述投影画面，以得到多个待分析图像的步骤，包括：

逐帧摄取所述投影画面，以获得投影图像，并提取所述投影图像中所需对焦区域的像素，以生成所述待分析图像。

9.根据权利要求 7 所述的方法，其特征在于，所述驱动所述投影设

备以预设速度移动，以使所述投影设备其内设置的投影模块按预设时序将参考图片投射到待显示画面处以形成多个投影画面的步骤，包括：

通过直流电机驱动所述投影模块以预设速度移动，以使所述投影模块按预设时序将参考图片投射到待显示画面处以形成多个投影画面；

所述分析相邻的两个所述清晰度值序列，以确定最佳对焦位置的步骤，包括：

采用平均滤波法分别对相邻的两个所述清晰度值序列 $\{s_1, s_2, \dots, s_{N-1}\}$ 和 $\{s_2, s_3, \dots, s_N\}$ 进行滤波处理，以得到相邻的两个滤波值 s'_{N-1} 和 s'_N ，

$$\text{其中， } s'_{N-1} = \frac{s_1 + \dots + s_{N-1}}{N-1}, s'_N = \frac{s_2 + \dots + s_N}{N-1}, N \geq 2;$$

判断相邻的两个所述滤波值是否随所述投影模块当前移动方向而衰减，其中，若 $s'_{N-1} - s'_N$ 小于 0，则判定所述投影模块应沿当前移动方向的反方向移动；

当 $s'_{N-1} - s'_N$ 小于 0 时，停止驱动所述投影模块移动并搜索清晰度序列 $\{s_1, s_2, \dots, s_N\}$ 的中最大值，其中，最大值所对应的位置 $d = \text{argmax}(S)$ ；

计算所述返程时间 T ，其中， $T = \sum_d^n t_i$ ， t_i 为所述清晰度值 s_i 的计算时间；

所述驱动所述投影设备移动到所述最佳对焦位置的步骤包括：

驱动所述投影模块沿当前移动方向的反方向以所述预设速度持续移动所述返程时间 T ，以使所述投影模块移动到所述最佳对焦位置。

10. 根据权利要求 7 所述的方法，其特征在于，在摄取所述投影画面时，同步计算各个所述待分析图像的清晰度值，得到清晰度值序列的步骤，包括：

在摄取所述投影画面时，根据清晰度评价函数计算各个所述待分析图像的清晰度值 s ，

$$s = \sum_{\text{Width}} \sum_{\text{Height}} S_x(x, y)^2 + S_y(x, y)^2,$$

其中， $S_x(x, y)$ 和 $S_y(x, y)$ 由 Sobel 边缘检测算子和图像卷积得到。

11. 一种具有存储功能的装置，其上存储有计算机程序，其特征在于，

所述计算机程序被处理器执行时实现如权利要求 7-10 中任意一项所述的投影设备的自动对焦方法的步骤。

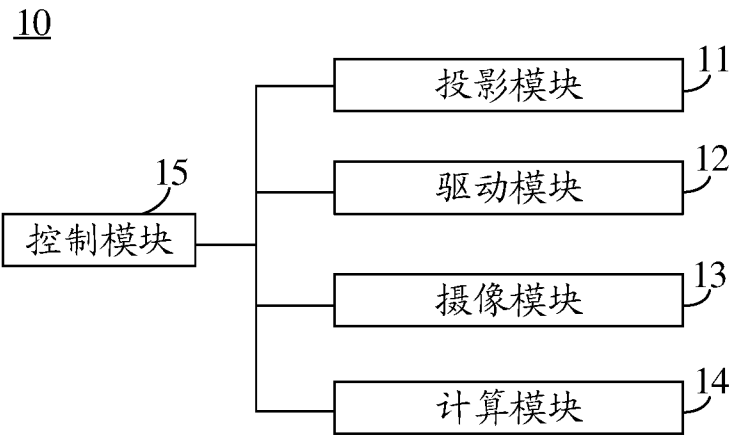


图 1

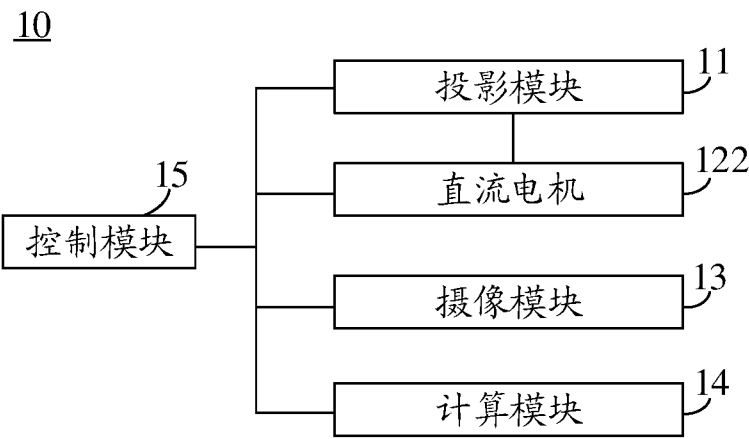


图 2

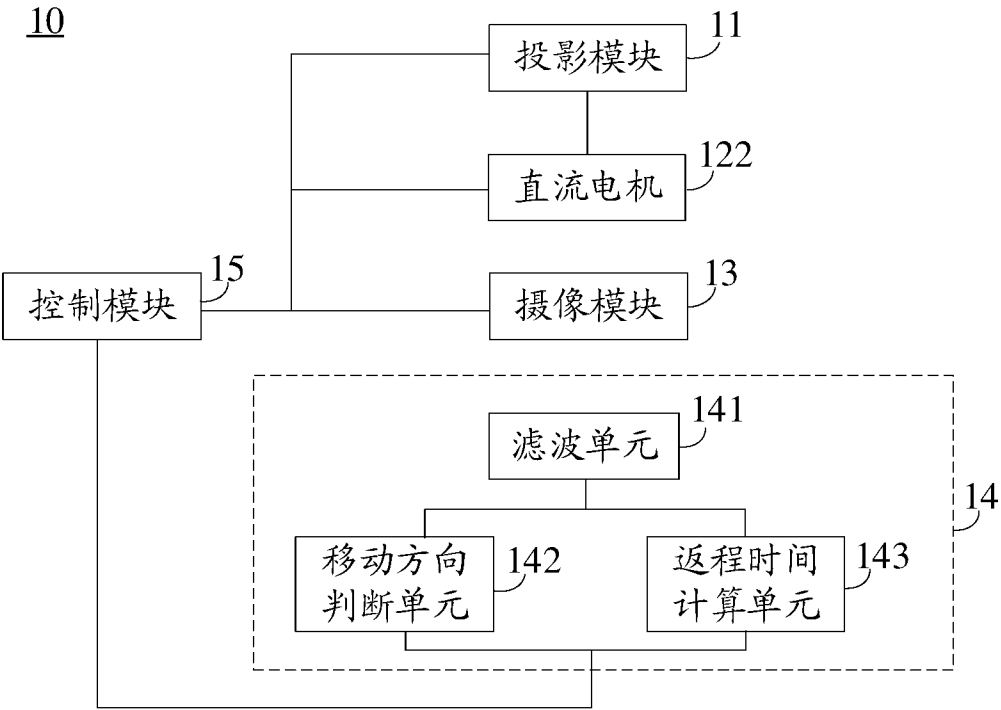


图 3

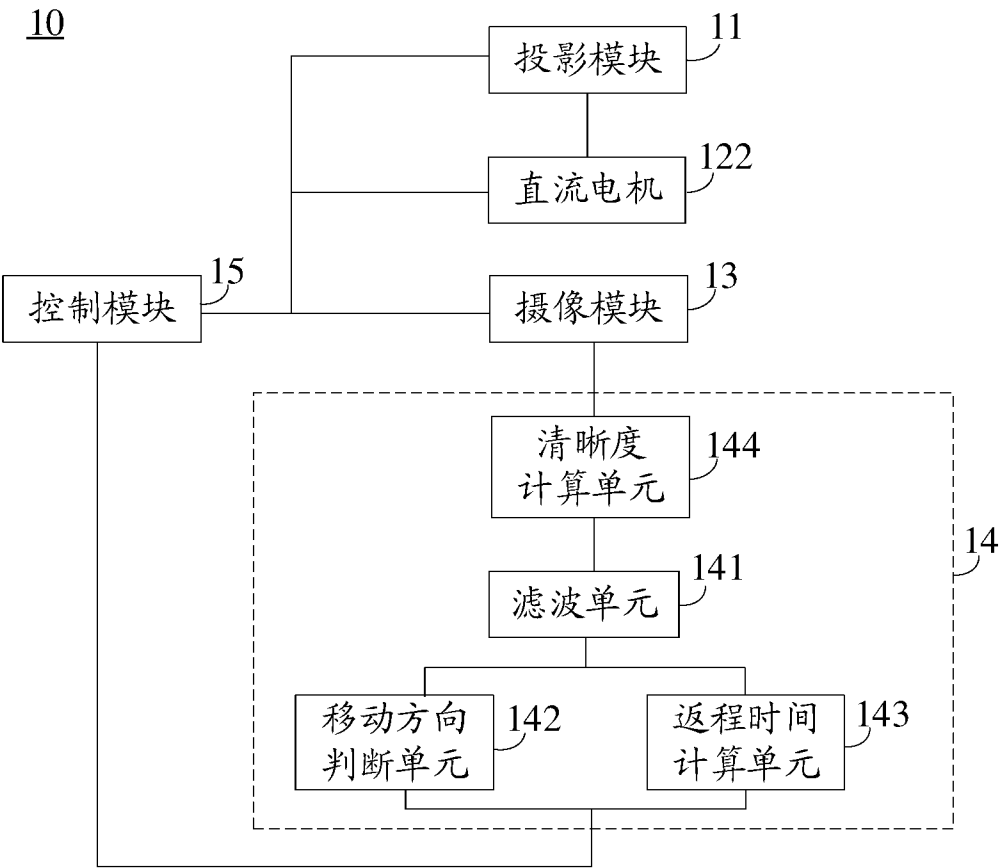


图 4

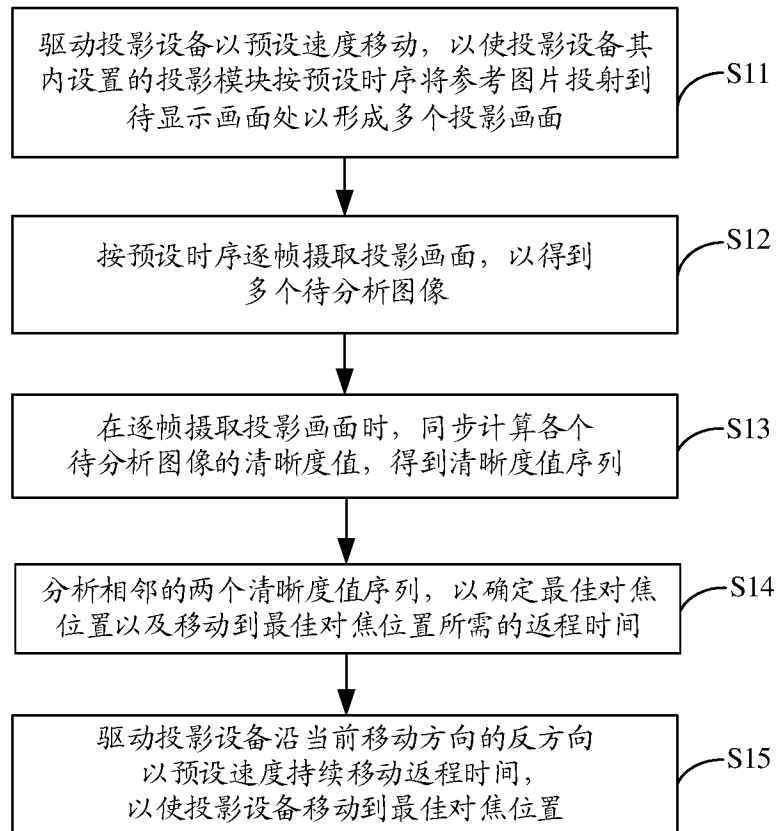


图 5

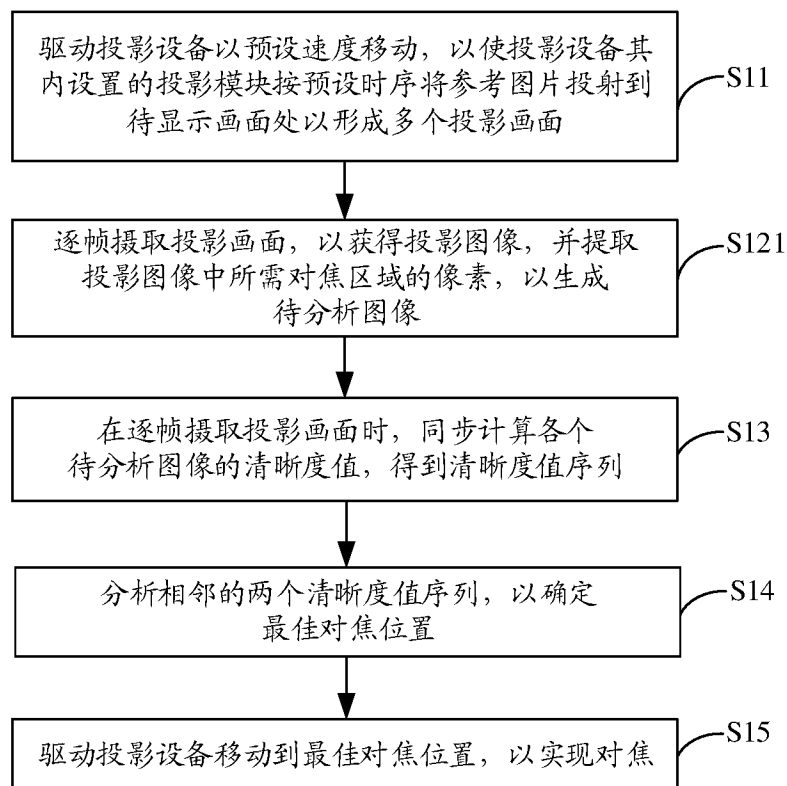


图 6

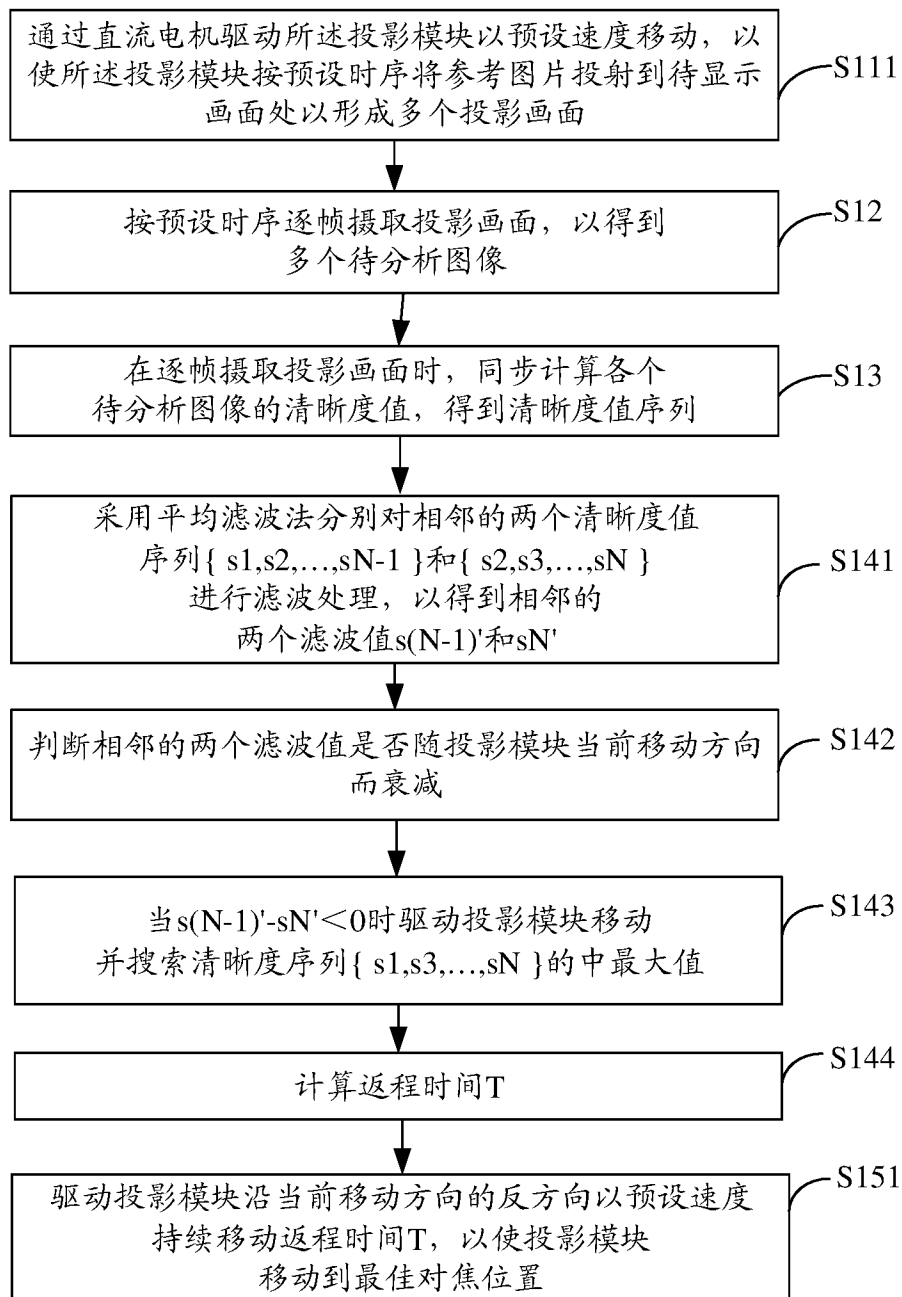


图 7

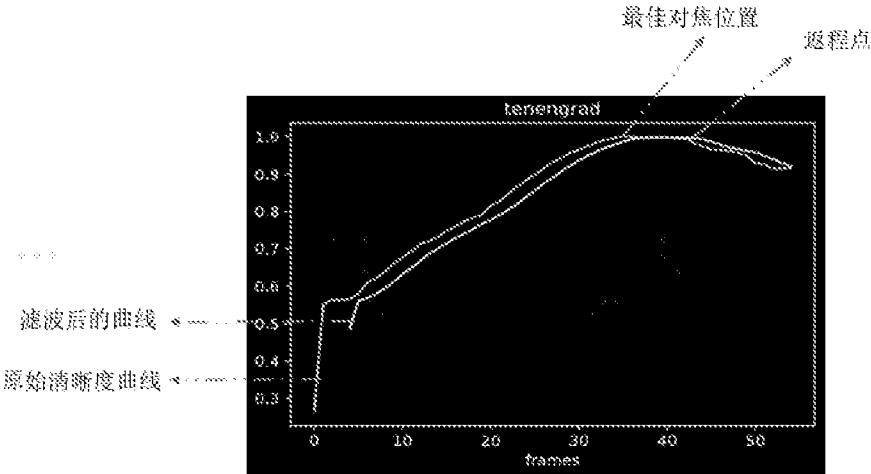


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/103973

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G03B 21/53(2006.01)i; G02B 7/28(2021.01)i; G02B 7/38(2021.01)i; H04N 9/31(2006.01)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)

G03B G02B H04N

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

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

CNABS; CNTXT; CNKI; VEN; USTXT; EPTXT; WOTXT: 清晰度, 对比度, 拍摄, 摄像, 相机, 图像, 捕获, 对焦, 调焦, 聚焦, definition, contrast, capture, image, camera, focus, zoom

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 109040727 A (SICHUAN CHANGHONG ELECTRIC CO., LTD.) 18 December 2018 (2018-12-18) description paragraphs [0029]-[0053], figures 1, 2	1-3, 5, 7, 8, 10, 11
X	CN 102375316 A (HONGFUJIN PRECISION INDUSTRY (SHENZHEN) CO., LTD. et al.) 14 March 2012 (2012-03-14) description, paragraphs [0020]-[0037], figures 1, 2	1-3, 5, 7, 8, 10, 11
A	CN 110769220 A (CHENGDU GIMI TECH. CO., LTD.) 07 February 2020 (2020-02-07) entire document	1-3, 5, 7, 8, 10, 11
A	CN 107343184 A (ZTE CORPORATION) 10 November 2017 (2017-11-10) entire document	1-3, 5, 7, 8, 10, 11
A	CN 107277477 A (CHENGDU XGIMI TECHNOLOGY CO., LTD.) 20 October 2017 (2017-10-20) entire document	1-3, 5, 7, 8, 10, 11
A	US 2018152620 A1 (OLYMPUS CORP.) 31 May 2018 (2018-05-31) entire document	1-3, 5, 7, 8, 10, 11



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

30 August 2021

Date of mailing of the international search report

22 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.

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☒ Claims Nos.: **4、6、9、11** (部分)
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
 - [1] The description determines whether a projection module should continue moving or do a reverse movement by comparing filter values of two neighboring definition values by means of an optimal focus position determined by the sequence of two neighboring definition values. According to the expression of S'_{N-1} and S'_N in the description, paragraphs 48, 78, and 81, $S'_{N-1} - S'_N = (S_1 - S_N)/(N-1)$. Therefore, according to the description, comparing filter values means comparing S_1 and S_N . $S'_{N-1} - S'_N > 0$ means $S_1 > S_N$. Hence, the definition of the present position is lower than the initial position. Besides, $S'_{N-1} - S'_N > 0$ means $S_1 < S_N$. Hence, the definition of the present position is higher than the initial position. Given that there is no relationship change between the two definition values per se, it is not possible to determine whether the moving direction of the projection module is correct. Therefore, the description fails to disclose the invention in a manner sufficiently clear and complete for the invention to be carried out by a person skilled in the art under PCT Article 5, and no meaningful search can be made for claims 4, 6, and 9, and the referred claim 11.

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/103973

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109040727	A	18 December 2018	None			
CN	102375316	A	14 March 2012	US	8491127	B2	23 July 2013
				US	2012050701	A1	01 March 2012
CN	110769220	A	07 February 2020	None			
CN	107343184	A	10 November 2017	WO	2017190400	A1	09 November 2017
CN	107277477	A	20 October 2017	None			
US	2018152620	A1	31 May 2018	US	10397466	B2	27 August 2019
				JP	2018087859	A	07 June 2018

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/103973

A. 主题的分类 G03B 21/53 (2006.01)i; G02B 7/28 (2021.01)i; G02B 7/38 (2021.01)i; H04N 9/31 (2006.01)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) G03B G02B H04N 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNABS;CNTXT;CNKI;VEN;USTXT;EPTXT;WOTXT;清晰度, 对比度, 拍摄, 摄像, 相机, 图像, 捕获, 对焦, 调焦, 聚焦, definition, contrast, capture, image, camera, focus, zoom		
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 109040727 A (四川长虹电器股份有限公司) 2018年 12月 18日 (2018 - 12 - 18) 说明书第[0029]-[0053]段, 附图1、2	1-3、5、7、 8、10、11
X	CN 102375316 A (鸿富锦精密工业深圳有限公司 等) 2012年 3月 14日 (2012 - 03 - 14) 说明书第[0020]-[0037]段, 附图1、2	1-3、5、7、 8、10、11
A	CN 110769220 A (成都极米科技股份有限公司) 2020年 2月 7日 (2020 - 02 - 07) 全文	1-3、5、7、 8、10、11
A	CN 107343184 A (中兴通讯股份有限公司) 2017年 11月 10日 (2017 - 11 - 10) 全文	1-3、5、7、 8、10、11
A	CN 107277477 A (成都市极米科技有限公司) 2017年 10月 20日 (2017 - 10 - 20) 全文	1-3、5、7、 8、10、11
A	US 2018152620 A1 (OLYMPUS CORP) 2018年 5月 31日 (2018 - 05 - 31) 全文	1-3、5、7、 8、10、11
☐ 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 8月 30日		国际检索报告邮寄日期 2021年 9月 22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 黄慧 电话号码 (86-512) 88997255

第II栏 某些权利要求被认为是不能检索的意见(续第1页第2项)

根据条约第17条(2)(a)，对某些权利要求未做国际检索报告的理由如下：

1. ☐ 权利要求：
因为它们涉及不要求本单位进行检索的主题，即：
2. ☒ 权利要求： 4、6、9、11（部分）
因为它们涉及国际申请中不符合规定的要求的部分，以致不能进行任何有意义的国际检索， 具体地说：
[1] 说明书通过相邻两个清晰度值序列确定最佳对焦位置，指出通过两个相邻清晰度值序列的滤波值的比较确定投影模块应当继续移动或是反向移动，其中，根据说明书第48、78和81段中 S'_{N-1} 和 S'_N 的表达式， $S'_{N-1}-S'_N=(S_1-S_N)/(N-1)$ ，可见，按照说明书的记载，滤波值的比较实质上是对 S_1 和 S_N 的比较， $S'_{N-1}-S'_N$ 大于0即表示 $S_1>S_N$ ，仅能表示当前位置的清晰度是低于初始位置的，而 $S'_{N-1}-S'_N$ 小于0即表示 $S_1<S_N$ ，仅能表示当前位置的清晰度是高于初始位置的，在没有相邻两个清晰度值本身的变化关系的情况下，并不能反映出投影模块的移动方向是否正确，因此，说明书没有对发明做出清楚完整的说明，不足以使本领域的技术人员能够实施该项发明，不符合PCT条约第5条的规定，以至于无法对涉及该部分的权利要求4、6、9和引用其的权利要求11进行有意义的检索。
3. ☐ 权利要求：
因为它们是从属权利要求，并且没有按照细则6.4(a)第2句和第3句的要求撰写。

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/103973

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	109040727	A	2018年 12月 18日	无			
CN	102375316	A	2012年 3月 14日	US	8491127	B2	2013年 7月 23日
				US	2012050701	A1	2012年 3月 1日
CN	110769220	A	2020年 2月 7日	无			
CN	107343184	A	2017年 11月 10日	WO	2017190400	A1	2017年 11月 9日
CN	107277477	A	2017年 10月 20日	无			
US	2018152620	A1	2018年 5月 31日	US	10397466	B2	2019年 8月 27日
				JP	2018087859	A	2018年 6月 7日