



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 106610553 A

(43) 申请公布日 2017. 05. 03

(21) 申请号 201510690355. 2

(22) 申请日 2015. 10. 22

(71) 申请人 深圳超多维光电子有限公司

地址 518053 广东省深圳市南山区华侨城东部工业区 H-1 栋 101

申请人 深圳市墨克瑞光电子研究院

(72) 发明人 李其昌 郁树达 叶茂 蒋凌锋

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243

代理人 许静 安利霞

(51) Int. Cl.

G03B 13/36(2006. 01)

H04N 5/232(2006. 01)

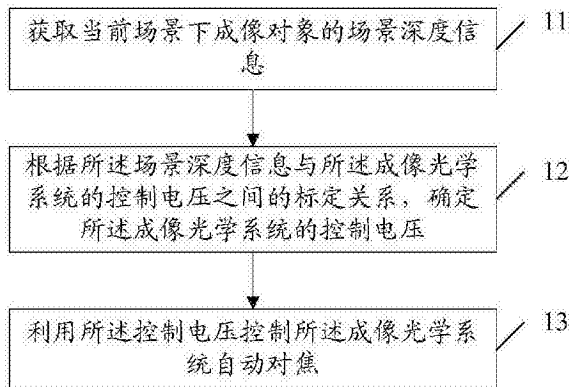
权利要求书2页 说明书8页 附图2页

(54) 发明名称

一种自动对焦的方法及装置

(57) 摘要

本发明提供一种自动对焦的方法及装置,该自动对焦的方法包括:获取当前场景下成像对象的场景深度信息;根据所述场景深度信息与所述成像光学系统的控制电压之间的标定关系,确定所述成像光学系统的控制电压;利用所述控制电压控制所述成像光学系统自动对焦。本发明实施例通过场景深度信息与成像光学系统的控制电压之间的标定关系,直接根据当前场景下成像对象的场景深度信息确定控制电压,从而能够直接根据控制电压实现自动对焦,实现了快速对焦且不通过机械运动来实现对焦,降低成像光学系统的功耗、延长成像光学系统的寿命。



1. 一种自动对焦的方法,用于成像光学系统,其特征在于,包括:
  - 获取当前场景下成像对象的场景深度信息;
  - 根据所述场景深度信息与所述成像光学系统的控制电压之间的标定关系,确定所述成像光学系统的控制电压;
  - 利用所述控制电压控制所述成像光学系统自动对焦。
2. 根据权利要求 1 所述的自动对焦的方法,其特征在于,获取当前场景下成像对象的场景深度信息步骤包括:
  - 当前场景下,获取第一对焦状态时成像对象的第一散焦程度和第二对焦状态时成像对象的第二散焦程度;
  - 根据所述第一散焦程度和所述第二散焦程度确定所述成像对象的场景深度信息。
3. 根据权利要求 1 所述的自动对焦的方法,其特征在于,所述根据所述场景深度信息与所述成像光学系统的控制电压之间的标定关系,确定所述成像光学系统的控制电压的步骤包括:
  - 获取所述场景深度信息与所述成像光学系统的控制电压之间的标定关系;
  - 根据所述场景深度信息以及所述标定关系,确定所述成像光学系统的控制电压。
4. 根据权利要求 3 所述的自动对焦的方法,其特征在于,所述获取所述场景深度信息与所述成像光学系统的控制电压之间的标定关系的步骤包括:
  - 获取成像光学系统的焦距与成像光学系统的控制电压之间的第一标定关系;
  - 获取成像光学系统的物距与成像光学系统的焦距之间的第二标定关系;
  - 获取成像光学系统的物距与成像对象的场景深度信息之间的第三标定关系;
  - 根据所述第一标定关系、第二标定关系以及第三标定关系确定所述场景深度信息与所述成像光学系统的控制电压之间的标定关系。
5. 根据权利要求 4 所述的自动对焦的方法,其特征在于,所述获取成像光学系统的焦距与成像光学系统的控制电压之间的第一标定关系的步骤包括:
  - 获取成像光学系统的焦距的表达式;
  - 根据均方根值 RMS,确定成像光学系统的最小焦距并记录最小焦距时所述成像光学系统的控制电压为最小控制电压;
  - 以所述最小控制电压为基准,连续变化所述控制电压并记录每一个控制电压下的焦距,从而确定成像光学系统的焦距与成像光学系统的控制电压之间的第一标定关系。
6. 根据权利要求 4 所述的自动对焦的方法,其特征在于,所述获取成像光学系统的物距与成像光学系统的焦距之间的第二标定关系的步骤包括:
  - 基于高斯成像理论,获取成像光学系统的物距与成像光学系统的焦距之间的第二标定关系。
7. 根据权利要求 4 所述的自动对焦的方法,其特征在于,所述获取成像光学系统的物距与成像对象的场景深度信息之间的第三标定关系的步骤包括:
  - 将成像对象放置于不同的物距处;
  - 分别获取每个物距处的所述成像对象的场景深度信息;
  - 建立所述物距与所述场景深度信息的一一映射关系,所述一一映射关系为所述第三标定关系。

8. 一种自动对焦的装置,用于成像光学系统,其特征在于,包括:  
获取模块,用于获取当前场景下成像对象的场景深度信息;  
确定模块,用于根据所述场景深度信息与所述成像光学系统的控制电压之间的标定关系,确定所述成像光学系统的控制电压;  
对焦模块,用于利用所述控制电压控制所述成像光学系统自动对焦。
9. 根据权利要求 8 所述的自动对焦的装置,其特征在于,所述获取模块包括:  
第一获取子模块,用于当前场景下,获取第一对焦状态时成像对象的第一散焦程度和第二对焦状态时成像对象的第二散焦程度;  
第二获取子模块,用于根据所述第一散焦程度和所述第二散焦程度确定所述成像对象的场景深度信息。
10. 根据权利要求 8 所述的自动对焦的装置,其特征在于,所述确定模块包括:  
获取模块,用于获取所述场景深度信息与所述成像光学系统的控制电压之间的标定关系;  
确定子模块,用于根据所述场景深度信息以及所述标定关系,确定所述成像光学系统的控制电压。
11. 根据权利要求 10 所述的自动对焦的装置,其特征在于,所述获取模块包括:  
第一获取子模块,用于获取成像光学系统的焦距与成像光学系统的控制电压之间的第一标定关系;  
第二获取子模块,用于获取成像光学系统的物距与成像光学系统的焦距之间的第二标定关系;  
第三获取子模块,用于获取成像光学系统的物距与成像对象的场景深度信息之间的第三标定关系;  
第四获取子模块,用于根据所述第一标定关系、第二标定关系以及第三标定关系确定所述场景深度信息与所述成像光学系统的控制电压之间的标定关系。
12. 根据权利要求 10 所述的自动对焦的装置,其特征在于,所述第一获取子模块包括:  
获取单元,用于获取成像光学系统的焦距的表达式;  
第一记录单元,用于根据均方根值 RMS,确定成像光学系统的最小焦距并记录最小焦距时所述成像光学系统的控制电压为最小控制电压;  
第二记录单元,用于以所述最小控制电压为基准,连续变化所述控制电压并记录每一个控制电压下的焦距,从而确定成像光学系统的焦距与成像光学系统的控制电压之间的第一标定关系。
13. 根据权利要求 10 所述的自动对焦的装置,其特征在于,所述第二获取子模块包括:  
高斯标定单元,用于基于高斯成像理论,获取成像光学系统的物距与成像光学系统的焦距之间的第二标定关系。
14. 根据权利要求 10 所述的自动对焦的装置,其特征在于,所述第三获取子模块包括:  
放置单元,用于将成像对象放置于不同的物距处;  
深度单元,用于分别获取每个物距处的所述成像对象的场景深度信息;  
关系建立单元,用于建立所述物距与所述场景深度信息的一一映射关系,所述一一映射关系为所述第三标定关系。

## 一种自动对焦的方法及装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及成像技术领域,特别涉及一种自动对焦的方法及装置。

### 背景技术

[0002] 成像系统在国防、科研和生活中均具有不可替代性,自动对焦单元(器件及方法)是成像系统的重要功能模块之一,其寿命、功耗和尺寸都备受关注。常见的自动对焦单元(如音圈马达 VCM 等)都是通过机械运动改变像距来实现对焦,寿命、功耗和尺寸都有很大的局限性。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种自动对焦的方法及装置,解决了现有的对焦方法对成像光学系统的寿命、功耗和尺寸的局限性。

[0004] 为了达到上述目的,本发明实施例提供一种自动对焦的方法,用于成像光学系统,包括:

[0005] 获取当前场景下成像对象的场景深度信息;

[0006] 根据所述场景深度信息与所述成像光学系统的控制电压之间的标定关系,确定所述成像光学系统的控制电压;

[0007] 利用所述控制电压控制所述成像光学系统自动对焦。

[0008] 其中,获取当前场景下成像对象的场景深度信息步骤包括:

[0009] 当前场景下,获取第一对焦状态时成像对象的第一散焦程度和第二对焦状态时成像对象的第二散焦程度;

[0010] 根据所述第一散焦程度和所述第二散焦程度确定所述成像对象的场景深度信息。

[0011] 其中,所述根据所述场景深度信息与所述成像光学系统的控制电压之间的标定关系,确定所述成像光学系统的控制电压的步骤包括:

[0012] 获取所述场景深度信息与所述成像光学系统的控制电压之间的标定关系;

[0013] 根据所述场景深度信息以及所述标定关系,确定所述成像光学系统的控制电压。

[0014] 其中,所述获取所述场景深度信息与所述成像光学系统的控制电压之间的标定关系的步骤包括:

[0015] 获取成像光学系统的焦距与成像光学系统的控制电压之间的第一标定关系;

[0016] 获取成像光学系统的物距与成像光学系统的焦距之间的第二标定关系;

[0017] 获取成像光学系统的物距与成像对象的场景深度信息之间的第三标定关系;

[0018] 根据所述第一标定关系、第二标定关系以及第三标定关系确定所述场景深度信息与所述成像光学系统的控制电压之间的标定关系。

[0019] 其中,所述获取成像光学系统的焦距与成像光学系统的控制电压之间的第一标定关系的步骤包括:

[0020] 获取成像光学系统的焦距的表达式;

[0021] 根据均方根值 RMS, 确定成像光学系统的最小焦距并记录最小焦距时所述成像光学系统的控制电压为最小控制电压;

[0022] 以所述最小控制电压为基准, 连续变化所述控制电压并记录每一个控制电压下的焦距, 从而确定成像光学系统的焦距与成像光学系统的控制电压之间的第一标定关系。

[0023] 其中, 所述获取成像光学系统的物距与成像光学系统的焦距之间的第二标定关系的步骤包括:

[0024] 基于高斯成像理论, 获取成像光学系统的物距与成像光学系统的焦距之间的第二标定关系。

[0025] 其中, 所述获取成像光学系统的物距与成像对象的场景深度信息之间的第三标定关系的步骤包括:

[0026] 将成像对象放置于不同的物距处;

[0027] 分别获取每个物距处的所述成像对象的场景深度信息;

[0028] 建立所述物距与所述场景深度信息的一一映射关系, 所述一一映射关系为所述第三标定关系。

[0029] 本发明实施例还提供一种自动对焦的装置, 用于成像光学系统, 包括:

[0030] 获取模块, 用于获取当前场景下成像对象的场景深度信息;

[0031] 确定模块, 用于根据所述场景深度信息与所述成像光学系统的控制电压之间的标定关系, 确定所述成像光学系统的控制电压;

[0032] 对焦模块, 用于利用所述控制电压控制所述成像光学系统自动对焦。

[0033] 其中, 所述获取模块包括:

[0034] 第一获取子模块, 用于当前场景下, 获取第一对焦状态时成像对象的第一散焦程度和第二对焦状态时成像对象的第二散焦程度;

[0035] 第二获取子模块, 用于根据所述第一散焦程度和所述第二散焦程度确定所述成像对象的场景深度信息。

[0036] 其中, 所述确定模块包括:

[0037] 获取模块, 用于获取所述场景深度信息与所述成像光学系统的控制电压之间的标定关系;

[0038] 确定子模块, 用于根据所述场景深度信息以及所述标定关系, 确定所述成像光学系统的控制电压。

[0039] 其中, 所述获取模块包括:

[0040] 第一获取子模块, 用于获取成像光学系统的焦距与成像光学系统的控制电压之间的第一标定关系;

[0041] 第二获取子模块, 用于获取成像光学系统的物距与成像光学系统的焦距之间的第二标定关系;

[0042] 第三获取子模块, 用于获取成像光学系统的物距与成像对象的场景深度信息之间的第三标定关系;

[0043] 第四获取子模块, 用于根据所述第一标定关系、第二标定关系以及第三标定关系确定所述场景深度信息与所述成像光学系统的控制电压之间的标定关系。

[0044] 其中, 所述第一获取子模块包括:

- [0045] 获取单元,用于获取成像光学系统的焦距的表达式;
- [0046] 第一记录单元,用于根据均方根值 RMS,确定成像光学系统的最小焦距并记录最小焦距时所述成像光学系统的控制电压为最小控制电压;
- [0047] 第二记录单元,用于以所述最小控制电压为基准,连续变化所述控制电压并记录每一个控制电压下的焦距,从而确定成像光学系统的焦距与成像光学系统的控制电压之间的第一标定关系。
- [0048] 其中,所述第二获取子模块包括:
- [0049] 高斯标定单元,用于基于高斯成像理论,获取成像光学系统的物距与成像光学系统的焦距之间的第二标定关系。
- [0050] 其中,所述第三获取子模块包括:
- [0051] 放置单元,用于将成像对象放置于不同的物距处;
- [0052] 深度单元,用于分别获取每个物距处的所述成像对象的场景深度信息;
- [0053] 关系建立单元,用于建立所述物距与所述场景深度信息的一一映射关系,所述一一映射关系为所述第三标定关系。
- [0054] 本发明的上述技术方案至少具有如下有益效果:
- [0055] 本发明实施例的自动对焦的方法及装置中,通过场景深度信息与成像光学系统的控制电压之间的标定关系,直接根据当前场景下成像对象的场景深度信息确定控制电压,从而能够直接根据控制电压实现自动对焦,实现了快速对焦且不通过机械运动来实现对焦,降低成像光学系统的功耗、延长成像光学系统的寿命。

#### 附图说明

- [0056] 图 1 表示本发明实施例提供的自动对焦的方法的基本步骤流程图;
- [0057] 图 2 表示本发明实施例提供的自动对焦的方法中获取标定关系的具体步骤流程图;
- [0058] 图 3 表示本发明实施例提供的自动对焦的方法的具体应用中获取标定关系的详细过程图;
- [0059] 图 4 表示本发明实施例提供的自动对焦的装置的组成结构图。

#### 具体实施方式

- [0060] 为使本发明要解决的技术问题、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图及具体实施例进行详细描述。
- [0061] 本发明针对现有技术中的对焦方法对成像光学系统的寿命、功耗和尺寸有很大局限性的问题,提供一种自动对焦的方法及装置,通过场景深度信息与成像光学系统的控制电压之间的标定关系,直接根据当前场景下成像对象的场景深度信息确定控制电压,从而能够直接根据控制电压实现自动对焦,实现了快速对焦且不通过机械运动来实现对焦,降低成像光学系统的功耗、延长成像光学系统的寿命。
- [0062] 如图 1 所示,本发明实施例提供一种自动对焦的方法,用于成像光学系统,包括:
- [0063] 步骤 11,获取当前场景下成像对象的场景深度信息;
- [0064] 步骤 12,根据所述场景深度信息与所述成像光学系统的控制电压之间的标定关

系,确定所述成像光学系统的控制电压;

[0065] 步骤 13,利用所述控制电压控制所述成像光学系统自动对焦。

[0066] 本发明的上述实施例中,场景深度就是焦点前后的清晰范围,场景深度越大,整个图像从远景到近景就会越清晰;场景深度越浅,合焦主体清晰而前景和背景就会越虚化,从而更突出主体。影响场景深度的因素主要是焦距、光圈和拍摄距离。焦距越长,光圈越大,拍摄距离越近,则场景深度越浅;反之,焦距越短,光圈越小,拍摄距离越远,则场景深度越大。

[0067] 其成像光学系统的控制电压一般为两个电压值即 ( $V_1$ ,  $V_2$ ),将成像光学系统的对焦电压设置为上述的两个电压值即可实现成像光学系统的自动对焦。故本发明实施例中根据一标定关系,可直接根据场景深度信息得到控制电压,从而实现快速对焦。

[0068] 本发明实施例提供的自动对焦方法,无需通过机械运动来实现对焦,仅需通过改变控制电压的方式即可实现快速对焦;降低成像光学系统的功耗、延长成像光学系统的寿命,且提升了对焦速率。

[0069] 进一步的,本发明实施例中步骤 11 包括:

[0070] 步骤 111,当前场景下,获取第一对焦状态时成像对象的第一散焦程度和第二对焦状态时成像对象的第二散焦程度;

[0071] 步骤 112,根据所述第一散焦程度和所述第二散焦程度确定所述成像对象的场景深度信息。

[0072] 本发明的上述实施例采用散焦测距 DFD 的方法来计算场景深度信息。具体的,DFD 是一个依靠物体在散焦状态的散焦程度的不同来计算深度的方法。其中,当一个物体处于对焦平面时,物体可呈现一个清晰的像。而当物体距离对焦平面一段距离时,物体成像会逐渐模糊,我们称之为物体处于散焦状态。物体距离对焦平面越远,则散焦程度越重。因此根据同一个场景下物体在不同对焦状态时的不同散焦程度来推测物体的场景深度。

[0073] 一般 DFD 的方法是根据两张图计算深度。通过改变成像系统的像距或是焦距,分别获取同一个场景在两个不同对焦状态下的成像 1,成像 2;然后使用多组窄带滤波器 (pass-band filter),或是分式滤波器 (rational filter) 等获取场景的相对散焦度。物体的相对散焦度与场景深度在一定范围内是成一一对应关系的,因此通过这个方法可以计算出一定范围内的场景深度。

[0074] 较佳的,其第一对焦状态可设置为焦距为最小焦距  $f_{\min}$  的状态,此时成像光学系统处于前景清晰(对最前的场景对焦)和背景模糊的状态,在此状态下可获取图像 I-F;其第二对焦状态可设置为焦距为最大焦距  $f_{\max}$  的状态,此时成像光学系统处于背景清晰(对最后的场景对焦)和前景模糊的状态,在此状态下可获取图像 I-B。后续可单独获取图像 I-F 的散焦程度和图像 I-B 的散焦程度,也可获取图像 I-F 和图像 I-B 的相对散焦程度,从而根据获取的散焦程度确定场景深度。且通常情况下,上述的深度范围是生成图像 I-F 和图像 I-B 时的对焦平面之间的深度。

[0075] 需要说明的是,其最小焦距和最大焦距的对焦状态仅为本申请的一较佳实施例,其他的位于最大焦距和最小焦距之间的任一对焦状态得到的图像均可用来计算场景深度,在此不一一举例。

[0076] 较佳的,本发明的上述实施例中步骤 12 包括:

[0077] 步骤 121,获取所述场景深度信息与所述成像光学系统的控制电压之间的标定关

系；

[0078] 步骤 122, 根据所述场景深度信息以及所述标定关系, 确定所述成像光学系统的控制电压。

[0079] 本发明的上述实施例中由于场景深度信息与成像光学系统的控制电压之间的标定关系并不是现有技术的内容, 故为了顺利实现本发明提供的自动对焦, 需先确定场景深度信息与控制电压之间的标定关系, 一般可用一函数关系表示; 从而将步骤 11 中获取的场景深度信息代入函数关系式中, 得到其控制电压。下面将对所述场景深度信息与所述成像光学系统的控制电压之间的标定关系的获取过程进行详细描述。

[0080] 具体的, 如图 2 所示, 本发明的上述实施例中步骤 121 包括:

[0081] 步骤 1211, 获取成像光学系统的焦距与成像光学系统的控制电压之间的第一标定关系;

[0082] 步骤 1212, 获取成像光学系统的物距与成像光学系统的焦距之间的第二标定关系;

[0083] 步骤 1213, 获取成像光学系统的物距与成像对象的场景深度信息之间的第三标定关系;

[0084] 步骤 1214, 根据所述第一标定关系、第二标定关系以及第三标定关系确定所述场景深度信息与所述成像光学系统的控制电压之间的标定关系。

[0085] 具体的, 焦距  $f$  与控制电压 ( $V1, V2$ ) 之间的第一标定关系可以表示为:  $f = \text{fun1}(V1, V2)$ ; 物距  $u$  与焦距  $f$  之间的第二标定关系可以表示为:  $u = \text{fun2}(f)$ ; 场景深度信息  $\text{Depth}$  与物距  $u$  之间的第三标定关系可以表示为:  $\text{Depth} = \text{fun3}(u)$ ; 继而根据

[0086]  $f = \text{fun1}(V1, V2)$ ;

[0087]  $u = \text{fun2}(f)$ ;

[0088]  $\text{Depth} = \text{fun3}(u)$ ;

[0089] 可以推出, 控制电压 ( $V1, V2$ ) 与场景深度信息  $\text{Depth}$  之间的标定关系, 可以表示为  $(V1, V2) = \text{fun4}(\text{Depth})$ 。

[0090] 综上, 本发明的上述实施例最终可实现由场景深度信息  $\text{Depth}$  查询到成像光学系统的对焦的控制电压 ( $V1, V2$ ), 从而实现快速对焦。

[0091] 下面分别对第一标定关系、第二标定关系以及第三标定关系的获取过程进行详细描述:

[0092] 具体的, 第一标定关系的获取过程如下:

[0093] 即步骤 1211 包括:

[0094] 步骤 21, 获取成像光学系统的焦距的表达式;

[0095] 步骤 22, 根据均方根值 RMS, 确定成像光学系统的最小焦距并记录最小焦距时所述成像光学系统的控制电压为最小控制电压;

[0096] 步骤 23, 以所述最小控制电压为基准, 连续变化所述控制电压并记录每一个控制电压下的焦距, 从而确定成像光学系统的焦距与成像光学系统的控制电压之间的第一标定关系。

[0097] 其中, 本发明的上述实施例中成像光学系统中设置有液晶透镜, 则第一标定关系的获取过程中, 将干涉相干光通过液晶透镜, 形成干涉条纹, 并用成像光学系统将干涉图采



集记录 ; 并采用第三方提供的软件 FringeXP 获取全部暗条纹或亮条纹的位置, 再采用软件 FringeXP 获取液晶透镜的 zernike 系数 ( 泽尼可系数 ), 从而得到液晶透镜的焦距的表达式  $f = z_3/r^2$ , 通过不断变化控制电压 (V1, V2), 得到综合相差量  $RMS < 0.07 \lambda$  时焦距最小, 即最小的焦距  $f_{\min}$ , 并记录最小焦距时的控制电压 ( $V1^{f_{\min}}, V2^{f_{\min}}$ )。然后固定  $V1 = V1^{f_{\min}}$ , 连续变化  $V2 = V2^{f_{\min}} + Vstep$ , Vstep 可以根据精度的要求, 选取 0.1V 或 0.05V。记录每一个电压 ( $V1^{f_{\min}}, V2^{f_{\min}} + K * Vstep$ ) 组合下的焦距  $f^k$ , 其中  $K \in [0, (V1^{f_{\min}} - V2^{f_{\min}}) / Vstep]$ , 从而确定了焦距  $f^k$  需要的控制电压 ( $V1^{f_{\min}}, V2^{f_{\min}} + K * Vstep$ ), 从而确定第一标定关系  $f = fun1(V1, V2)$ 。

[0098] 具体的, 第二标定关系的获取过程如下:

[0099] 即步骤 1212 包括:

[0100] 步骤 24, 基于高斯成像理论, 获取成像光学系统的物距与成像光学系统的焦距之间的第二标定关系。

[0101] 需要说明的是, 成清晰像必须满足高斯成像理论:  $1/f = 1/u + 1/v$ , 其中,  $f$  为成像光学系统的焦距,  $u$  为物距,  $v$  为像距。由于本发明实施例中采用液晶透镜, 即在液晶成像系统中, 没有任何机械移动, 故像距  $v$  保持不变; 所以对焦的物距  $u$  与焦距  $f$  一一对应:  $u = vf / (v - f)$ 。即可得到  $u = fun2(f) = vf / (v - f)$ 。

[0102] 具体的, 第三标定关系的获取过程如下:

[0103] 即步骤 1213 包括:

[0104] 步骤 25, 将成像对象放置于不同的物距处;

[0105] 步骤 26, 分别获取每个物距处的所述成像对象的场景深度信息;

[0106] 步骤 27, 建立所述物距与所述场景深度信息的一一映射关系, 所述一一映射关系为所述第三标定关系。

[0107] 本发明的上述实施例中, 标定物距  $u$  与深度 Depth 之间的关系: 将物体放置于不同的物距  $u' \in [u^{\text{近}}, u^{\text{远}}]$ , 在每一个物距处将液晶透镜分别设置为工作于最小焦距和最大焦距的状态, 并分别获取这两种状态的图像:  $I_{Fu'}$  和  $I_{Bu'}$ , 通过 DFD 算法获取物距  $u'$  深度信息 Depth', 这样就建立了物距  $u$  与深度 Depth 映射关系。

[0108] 较佳的, 为提高标定的速度, 可以在  $[u^{\text{近}}, u^{\text{远}}]$  取 10 个不同的距离  $u'$ , 通过 DFD 算法获取 10 个对应的深度信息, 然后用线性插值的方法, 得到密集的  $u'$  对应的密集的 Depth', 密集的  $u'$  集合记为  $U$ , 密集 Depth' 集合记为  $D$ , 集合  $D$  与集合  $U$  也是一一映射的关系。

[0109] 换言之, 物距  $u$  表示相机与物体之间的距离单位  $m$ ,  $u \in [0, u^{\text{max}}]$ , 深度 Depth 表示相机与物体之间的距离关系,  $Depth \in [0, 2^{\text{Bitewidth}}]$ , Bitewidth 为图像的像素的位数。由于其物理意义是一样的, 可以将深度 Depth 与  $u$  做一一映射,  $Depth = (2^{\text{Bitewidth}} / u^{\text{max}}) * u$ 。

[0110] 综上, 本发明实施例中的内部执行流程具体包括: 由深度信息 Depth 获得物距  $u$ , 由物距  $u$  获取焦距  $f = uv / (u + v)$ , 再由焦距  $f$  获取对应的控制电压 (V1, V2), 输出电压 (V1, V2), 则处于物距为  $u$  的物体即可立刻对焦; 通常情况下对焦时间为液晶透镜的响应时间  $t < 500ms$ 。

[0111] 为了更好的实现上述目的, 下面结合图 3 对本发明实施例提供的获取控制电压与场景深度信息的标定关系的详细过程如下:

[0112] 步骤 301, 测量液晶透镜焦距  $f$  随着电压 (V1, V2) 的关系, 即经过测量和标定后得

到液晶透镜焦距随便电压变化的关系： $f = \text{fun1}(V1, V2)$ 。

[0113] 步骤 302, 成清晰像必须满足高斯成像理论： $1/f = 1/u + 1/v$ ,  $f$  为成像光学系统焦距,  $u$  为物距,  $v$  为像距。在液晶成像系统中, 没有任何机械移动, 像距  $v$  保持不变, 所以对焦的物距  $u$  与焦距  $f$  一一对应： $u = \text{fun2}(f) = vf/(v-f)$ 。

[0114] 步骤 303, 通过成像装置将液晶透镜的焦距  $f$  调节至最小值  $f_{\min}$ , 成像装置处于对最前的场景对焦和后景模糊的状态, 在此状态下获取图像  $I\_F$ 。

[0115] 步骤 304, 通过成像装置将液晶透镜焦距  $f$  调制最大值  $f_{\max}$ , 成像装置处于对后景清晰和前景模糊状态, 在此状态下获取图像  $I\_B$ 。

[0116] 步骤 305, 利用 DFD 的方法获取场景深度信息; 即根据图像  $I\_F$  和图像  $I\_B$  来计算深度信息; 使用多组窄带滤波器 (pass-band filter), 或是分式滤波器 (rational filter) 等获取图像  $I\_F$  和图像  $I\_B$  的相对散焦度。物体的相对散焦度与场景深度在一定范围内是成一一对应关系的, 因此通过这个方法可以计算出一定范围内的场景深度。

[0117] 步骤 306, 物距  $u$  越远, 所计算得到的深度值  $\text{Depth}$  越大, 而且深度  $\text{Depth}$  和物距  $u$  一一映射 ( $\text{Depth} \rightarrow u$  且  $u \rightarrow \text{Depth}$ ):  $\text{Depth} = \text{fun4}(u)$ 。

[0118] 步骤 307, 有深度  $\text{Depth}$  映射得到物距  $u$ , 由物距  $u$  反推得到焦距  $f$ , 由焦距  $f$  可以查询得到控制电压 ( $V1, V2$ ), 即可得到液晶透镜控制电压 ( $V1, V2$ ) 与场景深度的标定关系： $(V1, V2) = \text{fun5}(\text{Depth})$ 。

[0119] 综上, 本发明实施例提供的自动对焦方法能够实现由深度信息直接查询到对焦的控制电压, 从而根据控制电压实现自动快速对焦; 提高了对焦效率, 同时无需机械运动, 提高了成像光学系统的使用寿命。

[0120] 为了更好的实现上述目的, 如图 4 所示, 本发明实施例还提供一种自动对焦的装置, 用于成像光学系统, 包括:

[0121] 获取模块 41, 用于获取当前场景下成像对象的场景深度信息;

[0122] 确定模块 42, 用于根据所述场景深度信息与所述成像光学系统的控制电压之间的标定关系, 确定所述成像光学系统的控制电压;

[0123] 对焦模块 43, 用于利用所述控制电压控制所述成像光学系统自动对焦。

[0124] 具体的, 本发明的上述实施例中所述获取模块 41 包括:

[0125] 第一获取子模块, 用于当前场景下, 获取第一对焦状态时成像对象的第一散焦程度和第二对焦状态时成像对象的第二散焦程度;

[0126] 第二获取子模块, 用于根据所述第一散焦程度和所述第二散焦程度确定所述成像对象的场景深度信息。

[0127] 具体的, 本发明的上述实施例中所述确定模块 42 包括:

[0128] 获取模块, 用于获取所述场景深度信息与所述成像光学系统的控制电压之间的标定关系;

[0129] 确定子模块, 用于根据所述场景深度信息以及所述标定关系, 确定所述成像光学系统的控制电压。

[0130] 具体的, 本发明的上述实施例中所述获取模块 41 包括:

[0131] 第一获取子模块, 用于获取成像光学系统的焦距与成像光学系统的控制电压之间的第一标定关系;

[0132] 第二获取子模块,用于获取成像光学系统的物距与成像光学系统的焦距之间的第二标定关系;

[0133] 第三获取子模块,用于获取成像光学系统的物距与成像对象的场景深度信息之间的第三标定关系;

[0134] 第四获取子模块,用于根据所述第一标定关系、第二标定关系以及第三标定关系确定所述场景深度信息与所述成像光学系统的控制电压之间的标定关系。

[0135] 具体的,本发明的上述实施例中所述第一获取子模块包括:

[0136] 获取单元,用于获取成像光学系统的焦距的表达式;

[0137] 第一记录单元,用于根据均方根值 RMS,确定成像光学系统的最小焦距并记录最小焦距时所述成像光学系统的控制电压为最小控制电压;

[0138] 第二记录单元,用于以所述最小控制电压为基准,连续变化所述控制电压并记录每一个控制电压下的焦距,从而确定成像光学系统的焦距与成像光学系统的控制电压之间的第一标定关系。

[0139] 具体的,本发明的上述实施例中所述第二获取子模块包括:

[0140] 高斯标定单元,用于基于高斯成像理论,获取成像光学系统的物距与成像光学系统的焦距之间的第二标定关系。

[0141] 具体的,本发明的上述实施例中所述第三获取子模块包括:

[0142] 放置单元,用于将成像对象放置于不同的物距处;

[0143] 深度单元,用于分别获取每个物距处的所述成像对象的场景深度信息;

[0144] 关系建立单元,用于建立所述物距与所述场景深度信息的一一映射关系,所述一一映射关系为所述第三标定关系。

[0145] 需要说明的是,本发明实施例提供的自动对焦的装置的应用上述自动对焦的方法的装置,则上述自动对焦的方法的所有实施例均适用于该自动对焦的装置,且均能达到相同或相似的有益效果。

[0146] 以上所述是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明所述原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

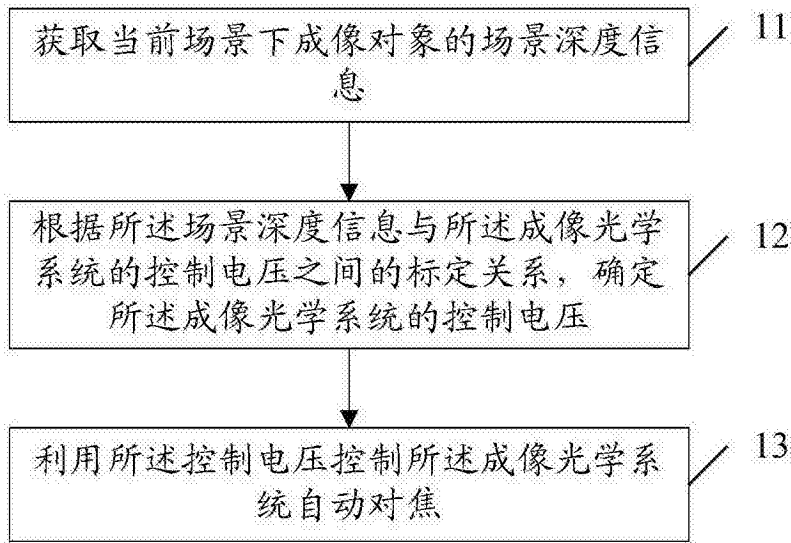


图 1

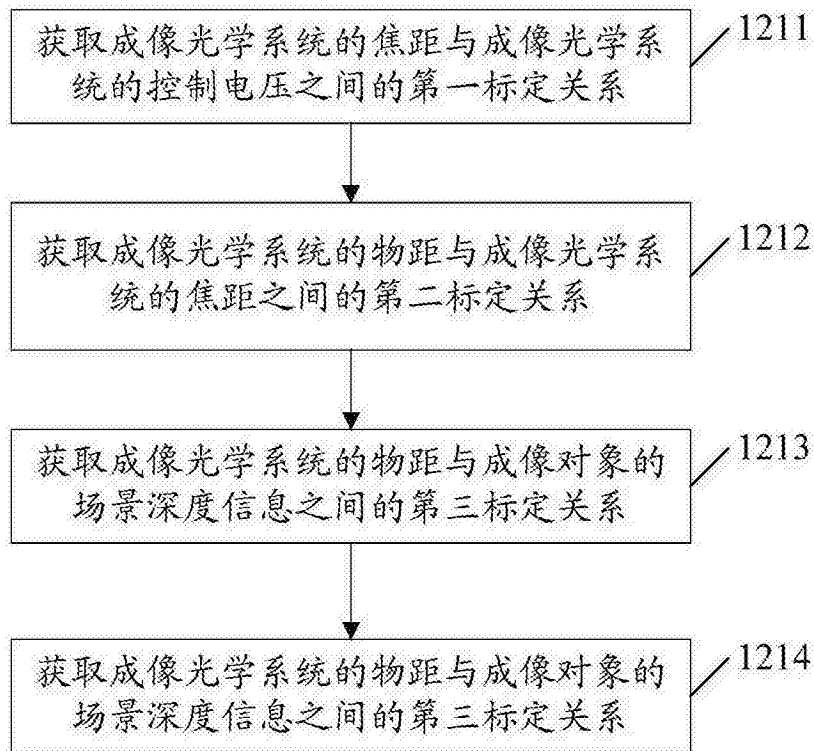


图 2

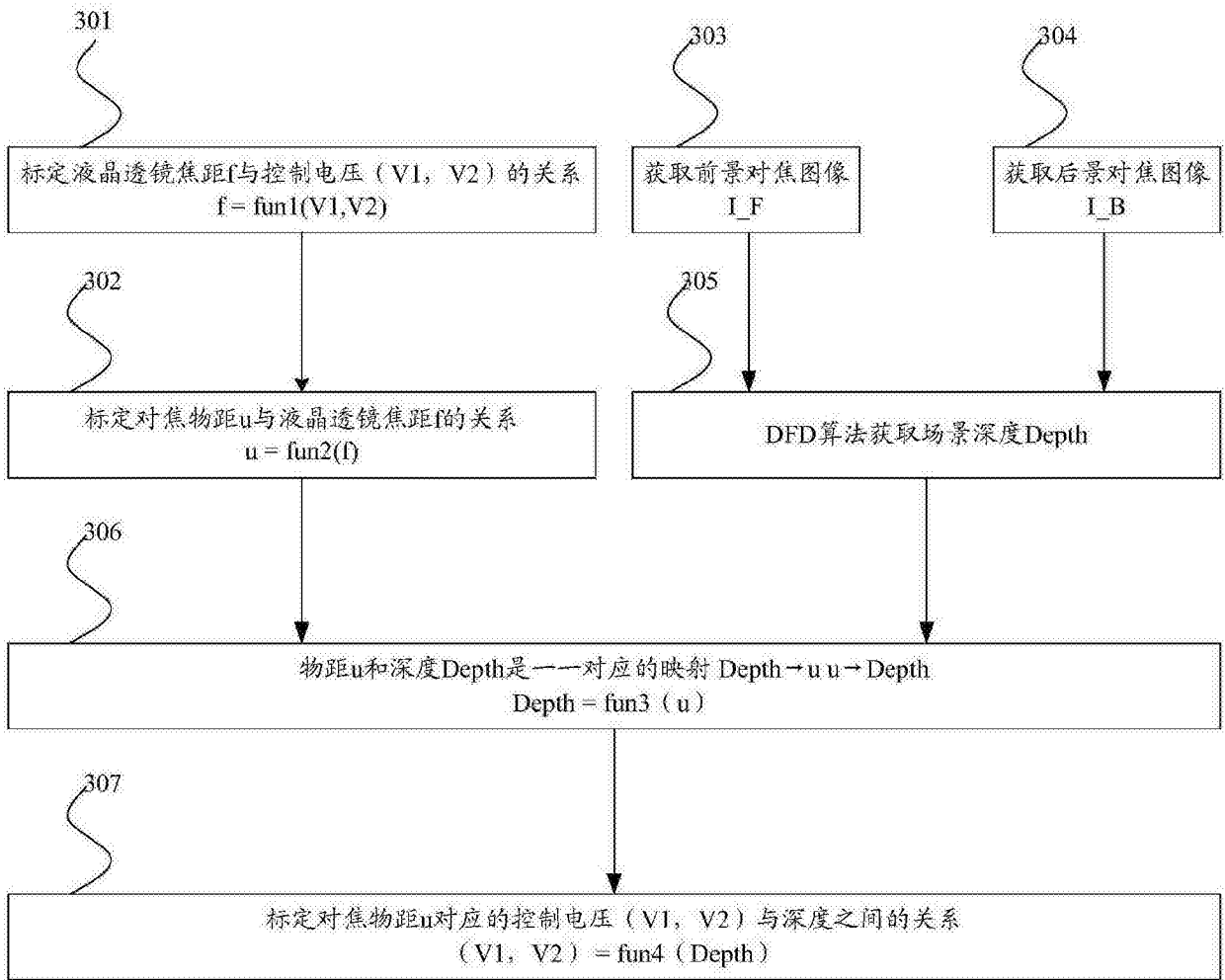


图 3

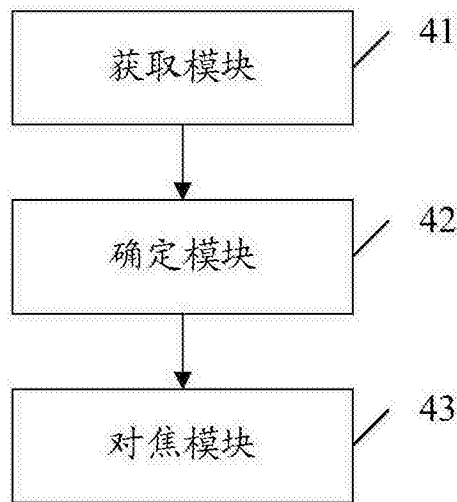


图 4