



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107835357 B

(45)授权公告日 2019.11.26

(21)申请号 201710783538.8

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2017.08.31

H04N 5/232(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107835357 A

(56)对比文件

(43)申请公布日 2018.03.23

CN 1716078 A, 2006.01.04,

(30)优先权数据

CN 101552911 A, 2009.10.07,

16189024.9 2016.09.15 EP

JP 2011118021 A, 2011.06.16,

(73)专利权人 安讯士有限公司

US 2001035910 A1, 2001.11.01,

地址 瑞典浪德

审查员 齐经纬

(72)发明人 约翰·尼斯特伦 C·徐

(74)专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限

权利要求书2页 说明书9页 附图4页

公司 11018

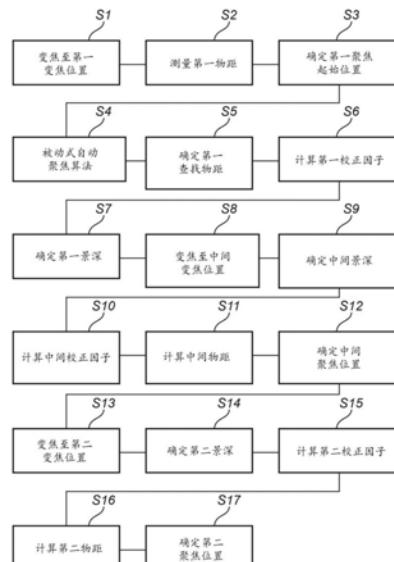
代理人 康泉 宋志强

(54)发明名称

自动聚焦方法、自动聚焦系统和包括自动聚焦模块的相机

(57)摘要

本发明涉及自动聚焦方法、自动聚焦系统和包括自动聚焦模块的相机。公开了一种在变焦操作期间使相机自动聚焦的方法，包括：将镜头变焦至第一变焦位置(S1)；测量从相机到要聚焦的对象的第一物距(S2)；使用第一物距，确定第一聚焦起始位置(S3)；使用第一聚焦起始位置作为起始点，执行第一自动聚焦操作(S4)，从而确定第一确定聚焦位置。基于第一确定聚焦位置，确定第一查找物距(S5)。计算作为第一查找物距与第一物距之间的比率的第一校正因子(S6)。将镜头变焦至第二变焦位置(S13)，并且使用作为第一物距和第二校正因子的乘积而计算出的第二物距(S16)，确定第二聚焦位置(S17)，第二校正因子基于第二变焦位置和第一变焦位置处的景深之间的比率(S15)。



1. 一种在变焦操作期间使相机(2)自动聚焦的方法,所述相机包括变焦镜头(20),所述方法包括:

将所述镜头变焦(S1)至第一变焦位置;

测量(S2)从所述相机到要聚焦的对象的第一物距(D1);

使用所述第一物距并使用物距、变焦位置和聚焦位置之间的关系,确定(S3)第一聚焦起始位置(AF_{1start});

使用被动式自动聚焦算法并使用所述第一聚焦起始位置作为所述算法的起始点,执行(S4)第一自动聚焦操作,从而确定第一确定聚焦位置(AF_1);

基于所述第一确定聚焦位置,确定(S5)第一查找物距($D1'$);

计算(S6)第一校正因子(ACF_1),其中所述第一校正因子(ACF_1)为所述第一查找物距($D1'$)与所述第一物距($D1$)之间的比率;

确定(S7)所述第一变焦位置的第一景深(DOF_1);

将所述镜头变焦(S13)至第二变焦位置;

确定(S14)所述第二变焦位置的第二景深(DOF_2);

计算(S15)第二校正因子(ACF_2),其中所述第二校正因子(ACF_2)为所述第二景深(DOF_2)与所述第一景深(DOF_1)之间的比率和所述第一校正因子(ACF_1)的乘积;

计算(S16)第二物距($D2$),其中所述第二物距($D2$)为所述第一物距($D1$)和所述第二校正因子(ACF_2)的乘积;

使用所述第二物距($D2$)并使用物距、变焦位置和聚焦位置之间的关系,确定(S17)第二聚焦位置(AF_2),所述方法还包括:

使用所述被动式自动聚焦算法并使用所述第二聚焦位置(AF_2)作为所述算法的起始点,执行第二自动聚焦操作,从而确定第二确定聚焦位置;

基于所述第二确定聚焦位置,确定第二查找物距($D2'$);以及

计算新的校正因子(ACF_{new})来更新所述第一校正因子,所述新的校正因子(ACF_{new})为所述第二查找物距($D2'$)与所述第一物距($D1$)之间的比率,

其中所述物距、变焦位置和聚焦位置之间的关系是通过镜头制造商提供的轨迹曲线来确定的。

2. 如权利要求1所述的方法,还包括:

将所述镜头变焦(S8)至所述第一变焦位置与所述第二变焦位置之间的中间变焦位置;

确定(S9)所述中间变焦位置的中间景深(DOF_i);

计算(S10)中间校正因子(ACF_i),其中所述中间校正因子为所述中间景深与所述第一景深之间的比率和所述第一校正因子的乘积;

计算(S11)中间物距(D_i),其中所述中间物距为所述第一物距和所述中间校正因子的乘积;以及

使用所述中间物距,确定中间聚焦位置(AF_i)。

3. 如权利要求2所述的方法,还包括:

使用所述被动式自动聚焦算法并使用所述中间聚焦位置作为所述算法的起始点,执行中间自动聚焦操作,从而确定中间确定聚焦位置。

4. 如权利要求3所述的方法,还包括:

基于所述中间确定聚焦位置,确定中间查找物距;以及
计算新的中间校正因子,其中所述新的中间校正因子为所述中间查找物距与所述第一物距之间的比率。

5. 如权利要求1所述的方法,其中,通过从控制所述镜头的镜头控制器请求景深来确定所述景深。

6. 如权利要求1所述的方法,其中,在预先确定的过渡变焦位置处使用预先存储的校正因子,所述预先存储的校正因子是基于所述过渡变焦位置与超出所述第二变焦位的第三变焦位置之间的变焦位置的景深,而不是基于所述第一变焦位置与所述过渡变焦位置之间的变焦位置的景深。

7. 如权利要求1所述的方法,其中,使用包含在所述相机中的距离测量系统,来测量从所述相机到所述要聚焦的对象的所述第一物距。

8. 一种用于在变焦操作期间使相机自动聚焦的自动聚焦系统,包括:

相机;

距离测量系统,被设置为测量从所述相机到要聚焦的对象的第一物距;以及
自动聚焦模块,被设置为执行如权利要求1所述的方法。

9. 一种相机,包括:

变焦镜头;以及

自动聚焦模块,被设置为执行如权利要求1所述的方法。

10. 如权利要求9所述的相机,还包括:

集成物距测量系统,被设置为测量从所述相机到所述要聚焦的对象的所述第一物距。

11. 一种具有指令的计算机可读存储介质,所述指令适于在被处理器执行时实施如权利要求1所述的方法。

自动聚焦方法、自动聚焦系统和包括自动聚焦模块的相机

技术领域

[0001] 本发明涉及相机的自动聚焦领域,尤其涉及PTZ相机(即:能够平移、倾斜和变焦的相机)的自动聚焦。

背景技术

[0002] 自动聚焦是相机中广泛使用的功能。自动聚焦用于手持式相机以及监控相机、静态相机以及摄影机中。已知多种不同的执行自动聚焦的方法,这些方法通常被分类为被动式、主动式或混合式方法。一种已知的被动式方法被称为极大对比度法或对比度检测法。在此方法中,研究所捕获的图像中的相邻像素之间的对比度,并且通过稍微改变起始点周围的焦点,寻求并且有望找到最高对比度的聚焦位置。例如,可使用被称为“爬山法(hill-climbing)”的数学优化技术来执行对最大对比度的搜寻。当已经找到聚焦位置时,此聚焦位置以及变焦马达位置用于在由镜头的设计者或供应商提供的一组轨迹曲线中找到对应的物距轨迹曲线。轨迹曲线绘制了聚焦马达位置与变焦马达位置,针对多个物距中的每个具有一条曲线。这些曲线通常理论上使用包括在变焦距镜头(varifocal lens)系统中的各种镜头的理论特征来计算。提供了多条曲线,每条曲线基于离散的物距。当放大(zoom in)和缩小(zoom out)希望将焦点保持在相同的物体距离时,轨迹曲线则用于找到应该给出适当焦点的聚焦马达位置,以使得不必对每个变焦位置执行对比度确定。如果物距与轨迹曲线中的任何一个不匹配,则执行插值法以获取两条曲线之间的物距。

[0003] 在一些情况下,诸如在弱光条件下或者在具有低对比度或点状光源的场景中,可能难以找到对比度的最大值,并且自动聚焦算法可能会结束“搜索(hunting)”,这意味着它保持改变聚焦马达位置而无法找到最大值。

[0004] 即使是在良好的光照条件下,当算法寻求最佳聚焦马达位置时,在自动聚焦期间发生的焦点变化可能会出现烦人的图像颤动。

[0005] 在主动式聚焦方法中,使用例如激光对要聚焦的对象进行实际距离测量。然后,可使用镜头的轨迹曲线确定聚焦位置。这种主动式方法增加了相机的成本,因为这些方法需要添加距离测量系统,但它们具有在弱光条件下促进自动聚焦的优势。这些方法还具有立即聚焦位置的优势,使得不存在伴随被动式自动聚焦方法可能会发生的颤动或“搜索”。

[0006] 被动式和主动式方法中常见的问题是:安装在相机上的镜头可能会偏离轨迹曲线指定的那个,使得使用确定的物距所指示的聚焦位置无法实现适当的聚焦。可以在制造相机期间测试单个透镜,以在选择适当的聚焦位置时从要使用的理论轨迹曲线计算生产偏移量(production offset)。然而,这种偏移量测试通常仅对“远程(tele)”和“宽(wide)”两个变焦位置进行,并且仅用于在无限远处聚焦。此外,出于生产节约的原因,在某些情况下,偏移量测试在某些情况下每个透镜类型仅完成一次,而不是针对每个单独的透镜。即使测试了每个单独的镜头,镜头制造商的内部设计公差和潜在的调整也通常会产生偏离理论轨迹曲线形状的实际轨迹曲线形状,使得生产偏移量不会都沿着轨迹曲线应用。即使考虑到出厂偏移量或生产偏移量,另一种镜头样本在其他变焦位置和物距处的实际行为可能严重地

偏离轨迹曲线。更糟糕的是，镜头的性能可能会随着时间而变化，例如，由于温度变化或者由于镜头组件的老化而变化。

[0007] 为了改善自动聚焦，可使用结合了被动式方法和主动式方法的混合式方法。例如，激光测距法可用于提供对比度检测法的起始点，从而有助于挑战性场景中的自动聚焦。此外，混合式方法可减少“搜索”的风险，并且可以以可能更好的起点更快地执行被动式方法，从而减少在搜寻最佳聚焦位置期间的烦人的颤动。

[0008] 与已知的自动聚焦方法相关联的问题通常会在PTZ相机中加剧。当相机在新的方向上平移和/或倾斜时，需要进行自动聚焦以在新视野中聚焦于物体。通常，自动聚焦过程不够快到在从监控的场景中的一个点到另一个点的平移和/或倾斜运动期间提供聚焦图像。因此，可在运动开始时和在运动结束时获得聚焦图像，但这之间的图像将是模糊的。在相机放大和缩小的情形下也是如此。在运动和变焦期间的这种模糊可能对于例如从所谓的“电子巡更”(guard tour) (即：预先编程的平移、倾斜和变焦操作的序列，执行这些操作以监控监控区域的各个部分) 观看捕获到的视频序列的操作者而言是烦人的。在平移、倾斜和变焦期间，操作者可能会丢失重要的视觉信息。

发明内容

[0009] 本发明的目的是提供一种可提供更好的聚焦图像的自动聚焦方法。本发明的另一目的是提供一种还可在平移、倾斜和变焦期间提供更好的聚焦图像的自动聚焦方法。本发明的又一目的是提供一种可比现有技术方法更快地执行的自动聚焦方法。

[0010] 根据第一方面，通过在变焦操作期间使相机自动聚焦的方法，完全或至少部分地实现这些以及其他目的，该相机包变焦镜头，该方法包括：将镜头变焦至第一变焦位置；测量从相机到要聚焦的对象的第一物距；使用该第一物距确定第一聚焦起始位置；使用被动式自动聚焦算法并使用第一聚焦起始位置作为算法的起始点，执行第一自动聚焦操作，从而确定第一确定聚焦位置；基于第一确定聚焦位置，确定第一查找物距；计算作为第一查找物距与第一物距之间的比率的第一校正因子；确定该第一变焦位置的第一景深；将镜头变焦至第二变焦位置；确定该第二变焦位置的第二景深；计算作为第二景深与第一景深之间的比率和第一校正因子的乘积的第二校正因子；计算作为第一物距和第二校正因子的乘积；以及使用第二物距确定第二聚焦位置的第二物距。

[0011] 使用此自动聚焦方法，可更好地使用由镜头制造商提供的轨迹曲线。即使相机上使用的单独的镜头的行为与计算轨迹曲线的行为完全不一样，并且即使在相机制造期间针对镜头类型确定的生产偏移量不完全适合于单独的镜头，基于测得的物距和与由被动式自动聚焦算法找到的聚焦马达位置对应的距离的第一校正因子的计算使得有可以在变焦期间遵循更合适的插值物距轨迹曲线。以此方式，可在变焦期间提供更好的聚焦图像。由此，从相机观看视频序列的操作者可从图像得到更多信息，并且可减轻观看到模糊图像的烦恼。在使用被动式自动聚焦算法的自动聚焦期间，操作者还可避免观看到颤动图像，因为更好的起始点可使用被动式自动聚焦算法加快搜寻焦点的速度。

[0012] 此外，通过基于在变焦期间在当前变焦位置处的景深与在先前变焦位置处的景深之间的比率持续地计算更新的校正因子，例如，对每个捕获到的或者传输的图像帧计算一次，可以更好地考虑理论轨迹曲线的偏差，使得可针对每个帧或新的变焦位置，确定在轨道

曲线中要使用的新的物距。

[0013] 一旦镜头已到达期望的变焦位置，则在变焦操作期间使用轨迹曲线找到的聚焦马达位置可用作被动式自动聚焦算法的起始点，以确定第二确定聚焦位置。由此，可更快地找到适当的焦点。如果正在进行电子巡更、但操作者在景物内看到感兴趣的东西并中断变焦操作，则这也是有益的。然后，使用校正因子和轨迹曲线找到的最新的聚焦马达位置可用作被动式自动聚焦算法的起始点，使得可以更快地提供聚焦图像。

[0014] 可基于第二确定聚焦位置，确定第二查找物距，并且可计算作为第二查找物距与第一物距之间的比率的新的校正因子。以此方式，可确定更易于找到适当的焦点的更新的校正因子。

[0015] 该方法还可包括：将镜头变焦至第一变焦位置与第二变焦位置之间的中间变焦位置；确定该中间变焦位置的中间景深；计算作为中间景深与第一景深之间的比率和第一校正因子的乘积的中间校正因子；计算作为第一物距和中间校正因子的乘积的中间物距；使用中间物距确定中间聚焦位置。据此，可在中间变焦位置处确定自动聚焦位置，而不必执行耗时的被动式自动聚焦算法。用这种方案，可在变焦操作期间持续地计算校正因子，使得可通过遵循合适的轨迹曲线而获得良好的聚焦。

[0016] 根据一种变型，该方法还包括：使用被动式自动聚焦算法并使用中间聚焦位置作为算法的起始点，执行中间自动聚焦操作，从而确定中间确定聚焦位置。以此方式，在从第一变焦位置到第二变焦位置的变焦操作期间，也可在变焦位置处实现改进的聚焦。在时间允许时，诸如当被动式自动聚焦算法存在高输入帧率并且用户请求较低的输出帧率时，可使用被动式自动聚焦算法，并且以最新确定的聚焦位置作为起始点，从而与仅遵循轨迹曲线相比，实现可能更好的聚焦。例如，这可以例如在缩放操作期间不是针对每个帧进行，而是以规则或不规则的间隔进行。

[0017] 每次使用被动式自动聚焦算法时，可更新校正因子。例如，可基于中间确定聚焦位置确定中间查找物距，并且可计算作为中间查找物距与第一物距之间的比率的新的中间校正因子。被动式自动聚焦算法也可因为到达新的变焦位置之外的其他原因而被激活。例如，可在相机平移或倾斜时，在监控场景（例如，由于光照变化）变化时，以及在环境温度改变时，激活被动式自动聚焦算法。如果要聚焦的对象处于与确定最新存储的校正因子的距离相比的另一距离处，则还可使用最新存储的校正因子。

[0018] 每个变焦位置的景深可通过从控制镜头的镜头控制器重新请求景深而确定。

[0019] 对于许多镜头而言，在过渡变焦位置的任一侧上使用不同的校正因子可能是有益的。因此，该方法还可包括：在预先确定的过渡变焦位置处，使用先前存储的校正因子，校正因子是基于该过渡变焦位置与超出了该第二变焦位置的第三变焦位置之间的变焦位置的景深，而不是基于该第一变焦位置与该过渡变焦位置之间的变焦位置的景深。例如，在 $5\times$ 变焦的变焦位置处，在示例了景深比与物距之间的关系的曲线中可能存在“扭结”。为了处理这一点，使用先前针对过渡变焦位置的“另一侧上”的变焦位置确定的校正因子。由此，可在过渡变焦位置的“远程”侧上进行变焦期间持续地更新所谓的远程校正因子，并且在过渡变焦位置的“宽”侧上进行变焦期间持续地更新所谓的宽校正因子。一旦在一个方向上的变焦（即，放大或者缩小）到达了过渡变焦位置，则过渡变焦位置的另一侧上的变焦位置的最新确定的校正因子应被用于计算物距。

[0020] 测量从相机到要聚焦的对象的物距可使用包含在相机中的距离测量系统被执行。例如,距离测量系统可以是激光距离测量系统。

[0021] 根据本发明的第二方面,通过用于在变焦操作期间使相机自动聚焦的自动聚焦系统完全或至少部分地实现前述目的,该自动聚焦系统包括:相机;距离测量系统,被设置为测量从相机到要聚焦的对象的第一物距;以及自动聚焦模块,被设置为执行第一方面的方法。第二方面的自动聚焦系统可类似于第一方面的方法实现,并且具有相应的优势。

[0022] 根据第三方面,通过包括变焦镜头和被设置为执行第一方面的方法的自动聚焦模块的相机而完全或者至少部分地实现这些以及其他目的。

[0023] 相机可包括集成的物距测量系统,该物距测量系统被设置为测量从相机到要聚焦的对象的第一物距。例如,物距测量系统可以是激光距离测量系统。

[0024] 第三方面的相机可类似于第一方面的方法实现,并且具有相应的优势。

[0025] 根据第四方面,通过包括计算机可读存储介质的计算机程序产品而完全或至少部分地实现这些以及其他目的,该计算机可读存储介质具有适于在由处理器运行时执行第一方面的方法的指令。处理器可以是任何类型的处理器,例如,中央处理单元(CPU)、图形处理单元(GPU)、在集成电路中实施的定制处理装置、ASIC(专用集成电路)、FPGA(现场可编程门阵列)或者包括分立组件的逻辑电路。

[0026] 通过以下给出的详细说明,本发明的进一步适用范围将变得显而易见。然而,应理解的是,虽然详细描述以及具体示例指示了本发明的优选实施例,但仅以示意方式给出,因为在本发明的范围内的各种不同的变化和修改对于本领域技术人员将从该详细描述中变得显而易见。

[0027] 因此,将会理解的是,本发明不限于所描述的装置的特定组成部件或者所描述的方法的步骤,因为这些装置和方法是可以改变。还将会理解的是,在此使用的术语仅是为了描述特定实施例的目的、而不是旨在限制。必须注意的是,除非上下文明确另外指定,在说明书和随附权利要求书中使用的冠词“一”、“一个”、“该”和“所述”旨在表示存在元件中的一个或多个。因此,例如,对“一个物体”或“该物体”的参考可包括若干个物体等。此外,词语“包括”不排除其他元件或步骤。

附图说明

[0028] 现在将通过示例的方式并参照随附示意图更详细地描述本发明,附图中:

[0029] 图1例示了由PTZ相机监控的场景,该场景具有距相机不同距离的物体;

[0030] 图2例示了从上方示出的图1中的场景;

[0031] 图3是图1中相机的框图;

[0032] 图4是示出了图3所示的相机的自动聚焦模块的框图;

[0033] 图5是诸如图1中的相机的一组轨迹曲线的示例;

[0034] 图6是示出了一种自动聚焦方法的流程图。

具体实施方式

[0035] 如图1可见,使用相机2监控场景1。在图2中从上方示出场景1。

[0036] 在场景1中,存在具有三个门4、5和6的建筑物3。针对每个门,存在相应的路径7、8

和9。在建筑物3外部,存在三个灌木10、11和12。

[0037] 在此示例中,相机2为PTZ相机,即,能够平移、倾斜和变焦的相机。使用具有变焦镜头的相机并且将其安装在所谓的PT头(即,可以使另外的固定相机平移并倾斜的装置)上来实现相同类型的功能。

[0038] 相机2捕获场景1的图像,对图像进行编码并将图像作为视频序列传送给例如控制中心,视频序列在控制中心中被解码,以使得操作者可实时观看视频序列。视频序列也可被存储以供以后查看。相机2还可具有板上贮存器(例如,SD卡上),视频序列可被存储在板上贮存器中供以后检索。

[0039] 相机2的视野可使得一次仅能够监控图1所示的场景1的一部分。通过使相机2平移、倾斜和变焦,操作者可监控场景1的不同部分。这可使用例如操纵杆而手动完成。也可利用预先编程的电子巡更完成,电子巡更以预定顺序访问场景中的多个感兴趣的点并且在每个感兴趣的点处停留预定时间。每次相机被平移并且倾斜至新的位置时,它可能需要被重新聚焦,因为要聚焦的对象将很可能处于离相机不同距离处。例如,相机可能最初指向左门4并且聚焦于该门上,以监控通过左门4进入或离开建筑物3的人。然后,相机2可向右平移以覆盖比左门4稍微更远离相机2的中门5。由此,为了取得通过中门5的人的正确聚焦的图像,相机2将需要重新聚焦。随后,相机2可进一步向右平移以捕获更远离照相机2的右门6的图像。再次,相机2将需要重新聚焦,以便提供通过右门6的人的适当聚焦的图像。在每次进行这种重新聚焦时,使用自动聚焦程序。类似地,每次相机2变焦被放大或缩小时,需要重新聚焦,除非聚焦马达被锁定到变焦电动机上,如在可以被称为真实变焦镜头的等焦面变焦镜头中那样。使用变焦距镜头时,在变焦期间会丢失焦点,镜头必须重新聚焦。

[0040] 现在参照图3,图3是示出了图2的一些组件的简化框图。相机2具有变焦镜头20,或者,严格来说是变焦距镜头。镜头20包括变焦马达和聚焦马达,二者均未在附图中明确示出、但均是变焦镜头的公知特征。此外,相机2具有:图像传感器21,用于捕获监控场景的图像;以及处理电路22,用于处理图像并且对图像进行编码。相机还具有:存储器23,供处理电路22使用;本地贮存器24,用于在例如SD卡上存储相机中的图像;以及网络接口25,用于将图像从相机2传送给例如控制中心。相机2具有用于测量从相机到要聚焦的对象的物距的激光距离测量系统26。此外,相机2具有被设置为执行自动聚焦的自动聚焦模块30。

[0041] 图3示意性地示出了自动聚焦模块30。自动聚焦模块30由距离输入模块31、被动式自动聚焦算法模块32以及校正因子更新模块33组成。

[0042] 参照图1至6,并且借助于使用场景来描述相机2的功能,更具体地为自动聚焦模块30的功能。将可以看出,相机2形成用于自动聚焦的集成系统。

[0043] 操作者正在监控场景1。首先,相机2指向照相机2应该聚焦的左门4。镜头20设置在第一变焦位置(图6中的步骤S1)。激光距离测量系统26测量从相机2到左门4的距离D1(S2)。为了选择用于测得的距离D1的合适的聚焦马达位置,可查看由镜头制造商提供的轨迹曲线。图5中示出了镜头的一组轨迹曲线的示例。如果镜头20精确地根据由镜头制造商提供的轨迹曲线行动,则可简单地通过找到与物距D1对应的曲线并且在垂直轴线上找到与水平轴线上的当前变焦位置对应的聚焦马达位置来确定适当的聚焦马达位置。然而,这在大多数情况下不会给出最佳的聚焦位置,因为每个单独的镜头可能偏离轨迹曲线的行为,即使考虑到生产偏移量。因此,还使用了被动式自动聚焦算法,使得自动聚焦算法使用混合式方

法。在此示例中,被动式自动聚焦算法是对比度检测算法。将基于测得的距离D1在轨迹曲线中找到的自动聚焦位置标记为第一自动聚焦起始位置AF1_{start} (S3),使用对比度检测算法,确定新的调整后的自动聚焦位置(称为第一确定自动聚焦位置AF1) (S4)。当执行对比度检测算法时,第一自动聚焦起始点AF1_{start}被用作起始点。寻求导致最大对比度的聚焦马达位置可在第一聚焦起始位置周围的范围(与以第一自动聚焦起始位置AF1_{start}为中心的当前变焦位置处的景深DOF对应,或者例如景深的80%)内被执行。可从控制镜头的镜头控制器(未示出)获得景深DOF。在许多情况下,通过对比度检测算法找到的聚焦马达位置AF1将与AF1_{start}不同。通过查看轨迹曲线,可找到第一查找物距D1' (S5),其对应于第一确定聚焦位置AF1。根据以下一般公式计算作为第一查找物距D1'与第一物距D1之间的比率的第一校正因子ACF1 (S6) :

$$[0044] \quad ACF = \frac{D'}{D}$$

[0045] 这里,ACF是校正因子,D是测得的物距,并且D'是使用被动式自动聚焦算法找到的物距。当从第一变焦位置放大或缩小时,第一校正因子用于找到新的变焦位置处的正确的轨迹曲线。然而,如果考虑到相应的变焦位置处的景深,则可实现甚至更好的校正。

[0046] 回到操作者监控左门4的示例,有人出现在门口并且操作者希望放大该人的脸,以试图识别该人。因此,操作者可能希望从第一变焦位置放大至第二位置。变焦不会是瞬时的,但会发生在多个图像帧上。这里,将假设,在第一变焦位置之后到达中间变焦位置,并且此后在到达第二变焦位置之前到达额外的变焦位置。本领域技术人员将意识到,在从第一变焦位置变焦至第二变焦位置期间,可能会遍历任何数量的额外的变焦位置。当镜头已变焦至中间变焦位置(S8)时,确定中间变焦位置处的景深(S9),将中间景深标记为DOFi。计算中间景深与第一变焦位置处的景深(标记为第一景深DOF1)之间的比率,并且通过计算作为第一校正因子ACF1和景深比DOFi/DOF1的乘积的中间校正因子ACFi来更新校正因子(S10)。由此,根据以下一般公式计算更新的校正因子:

$$[0047] \quad ACF_{k+1} = ACF_k \frac{DOF_{k+1}}{DOF_k}$$

[0048] 这里,指数k表示先前变焦位置,指数k+1表示当前变焦位置。每次计算新的校正因子时,覆盖先前校正因子。

[0049] 计算作为测得的第一物距D1和中间校正因子ACFi的乘积的中间物距Di (S11)。可使用以下一般公式描述中间变焦位置处的物距的计算:

$$[0050] \quad D_{k+1} = D_1 \cdot ACF_{k+1} = D_1 \cdot ACF_k \frac{DOF_{k+1}}{DOF_k}$$

[0051] 这里,指数k表示先前变焦位置,指数k+1表示当前变焦位置,指数1表示初始测量。

[0052] 此中间物距Di用于在轨迹曲线中找到中间聚焦马达位置AFi (S12)。以此方式,在中间变焦位置处还可提供聚焦图像,而不必执行耗时的对比度检测。

[0053] 然后,将镜头变焦至额外的变焦位置,并且重复中间变焦位置处的处理。由此,确定额外的变焦位置处的景深DOFa,并且计算此额外的景深与中间景深之间的比率。通过计算作为中间校正因子ACFi和景深比DOFa/DOFi的乘积的额外的校正因子ACFa来更新校正因子。

[0054] 计算作为第一物距D1和额外的校正因子ACFi的乘积的额外的物距Da。此额外的物距Da用于在轨迹曲线中找到额外的聚焦马达位置AFa。由此,还可在额外的变焦位置处实现良好的聚焦。

[0055] 当到达第二变焦位置时(S13),确定此第二变焦位置处的景深DOF2(S14),并且通过计算第二景深DOF2与额外的景深DOFa之间的比率和额外的校正因子的乘积来更新校正因子(S15)。计算作为第二校正因子ACF2和测得的第一物距D1的乘积的第二物距D2(S16)。此第二物距用于在轨迹曲线中找到第二聚焦位置AF2(S17)。将此第二聚焦位置AF2用作起始点,对比度检测算法可再次被用于找到第二变焦位置处的适当的焦点。这将给出第二确定自动聚焦位置,其将对应于第二查找物距D2'。现在可通过计算作为测得的第一物距D1与第二查找物距D2'之间的比率的新的校正因子ACFnew来更新校正因子。然后,新的校正因子被存储并且在此后进行放大和缩小时被使用。

[0056] 应理解的是,虽然已将变焦过程描述为从第一变焦位置经由中间变焦位置和额外的变焦位置到第二变焦位置,但也存在这样的情况:从第一变焦位置到第二变焦位置的变焦位置的距离如此之短,使得其间将不存在任何具有其它变焦位置的图像帧(诸如中间和额外的变焦位置)。在此情况下,该方法适用于:计算作为第一物距D1、第一校正因子ACF1、以及第二景深与第一景深之间的比率DOF2/DOF1三者的乘积的第二物距。这可能例如在以低输出帧速率的非常慢的变焦期间发生。

[0057] 如发明内容中提到的,镜头可能展现出使得有必要针对变焦位置的“远程”范围和变焦位置的“宽”范围使用不同的校正因子的行为。举例说明,在5×变焦处可能会出现这种过渡变焦位置。一个校正因子可用于“远程”范围,称为ACFT,另一个校正因子可用于“宽”范围,称为ACFW。这两个校正因子均可以以与上文中描述的相同的方式计算,但每个用于在过渡变焦位置的相应侧上的变焦位置之间进行变焦。

[0058] 再次回到操作者监控场景1中左门4的示例,相机可能已如上所述从第一变焦位置变焦至第二变焦位置,这两个变焦位置均位于过渡变焦位置的“远程”侧上。在研究了出现在门口的人的脸之后,操作者希望缩小至第三变焦位置,以便能够监控左门4以及中门5,但保持与要聚焦的对象的距离。从放大在人脸上的第二变焦位置变焦移离(zoom back)到略宽但还在“远程”侧上的第一变焦位置,在变焦操作期间使用与刚描述的相同的过程来获取聚焦图像。继续缩小,使镜头20经过过渡变焦位置。为了计算过渡物距Dt,使用先前存储的用于过渡变焦位置的“宽”侧的校正因子ACFW。此宽校正因子ACFW已以与上述相同的方式确定,但使用的是在过渡变焦位置的“宽”侧上的变焦位置处的景深。

[0059] 确定过渡景深DOFt,并且通过计算先前存储的宽校正因子和景深比的乘积来更新宽校正因子ACFW,如用以下公式更一般地描述:

$$[0060] \quad ACF_{W,k+1} = ACF_{W,k} \cdot \frac{DOF_{k+1}}{DOF_k}$$

[0061] 类似地,当在过渡变焦位置的“远程”侧上变焦时,如下更新远程校正因子ACFT:

$$[0062] \quad ACF_{T,k+1} = ACF_{T,k} \cdot \frac{DOF_{k+1}}{DOF_k}$$

[0063] 如前所述,指数k表示先前变焦位置,指数k+1表示当前变焦位置。

[0064] 由此,计算作为更新的宽校正因子ACFW和所测得的第一物距D1的乘积的过渡物距

D_t。以与之前相同的方式,过渡物距D_t用于在轨迹曲线中找到过渡聚焦马达位置A_{Ft}。

[0065] 当相机2以及自动聚焦模块30首次启动时,通过将每个校正因子设为1来初始化自动聚焦模块30,即:ACF_W=1并且ACF_T=1。一旦已通过将通过对比度自动聚焦算法确定的物距除以由激光距离测量系统测得的物距来计算出新的校正因子,则用新的数值更新对应的校正因子。由此,如果将镜头设定为“宽”范围内的变焦位置,则更新ACF_W,然而如果将镜头设定为“远程”范围内的变焦位置,则更新ACF_T。类似地,如上所述,使用在连续的变焦位置处的景深之间的比率来更新相应的校正因子ACF_W或ACF_T。

[0066] 镜头控制器可根据以下公式确定中等至较大物距处的景深:

$$[0067] \text{DOF} \approx \frac{2Ncf^2s^2}{f^4 - N^2c^2s^2},$$

[0068] 其中,N是光圈设置或焦距比数,c是模糊圈,f是焦距,而s是物距。应注意,在上述描述中,没有详细讨论焦距,而是讨论了变焦位置。然而,这两个参数是密切相关的,因为变焦马达位置的变化需要改变镜头的焦距。

[0069] 对于特写(close-up),可根据以下公式计算景深:

$$[0070] \text{DOF} \approx 2Nc \frac{m + 1}{m^2},$$

[0071] 其中,m是放大率。

[0072] 应注意,不同的镜头制造商可能使用略微不同的公式来计算景深,但只要可确定景深即可,所使用的确切公式对于本发明的自动聚焦方法来说并不重要。

[0073] 将会意识到,本领域技术人员可以以许多方式修改上述实施例,但仍可使用上述实施例示出的本发明的优势。作为示例,本发明的方法已经在放大距相机恒定距离的物体的上下文中进行了描述,但是相同的原理可以用于对远离或朝向相机移动(诸如物距变化)的物体上的恒定变焦。无论物距如何,都可使用相同的存储的校正因子;或者可以为多个物距中的每个物距存储一个校正因子。方案的选择可以取决于所使用的镜头的类型。

[0074] 此外,在上述实施例中,相机装配有用于测量从相机到要聚焦的对象的距离的激光距离测量系统,但是测量系统可以替代地使用例如雷达或超声波。也可以使用单独的测量系统,而不是集成在相机中。作为简单的测量系统,可以使用卷尺或测量杆。

[0075] 也可使用其他被动式自动聚焦方法,而不是实际测量离要聚焦的对象的距离。例如,可在其它可能更可靠的相机上执行的相同的算法可以用作参考而不是物理测量的距离。可替换地,其它自动聚焦算法可在相同的相机上执行,并用作参考。如果其它自动聚焦算法提供更好的结果,则这将是有益的,但花费更多的时间或计算能力。

[0076] 如上所述,当相机已到达新的变焦位置时,确定景深。然而,执行该方法的步骤的顺序并不重要。例如,在从第一变焦位置到第二变焦位置的变焦操作的准备期间,可从镜头控制器请求第一变焦位置和第二变焦位置之间的多个中间变焦位置的景深,使得它们已经在达到这些中间变焦位置之前已知。

[0077] 在所描述的示例中,被动式自动聚焦算法为对比度确定算法。本领域技术人员将会意识到,可使用其它被动式自动聚焦算法。例如,可使用相位检测算法。

[0078] 已描述了作为与通过对比度检测算法获得的聚焦马达位置对应的物距与由激光测量系统测得的物距之间的比率而被初始计算的校正因子ACF。应理解,由于物距和聚焦马

达位置是通过轨迹曲线密切关联的,也可以计算通过对比度检测算法获得的聚焦马达位置和与测得的物距对应的聚焦马达位置之间的比率的校正因子。

[0079] 可在自动聚焦方法中以任意期望的方式实施来自镜头制造商的轨迹曲线。例如,轨迹曲线上的离散点可以存储在查找表中。例如,对于在轨迹曲线组中不具有自己曲线的物距,可进行插值。可替换地,代替形成查找表,多项式形式的函数可在每条轨道曲线上被拟合,并且被用于确定物距、变焦马达位置和聚焦马达位置之间的关系。

[0080] 作为过渡变焦位置的示例,已提及 $5\times$ 变焦。然而,过渡变焦位置可从一种镜头类型变化到另一种。一些镜头可具有多于一个的过渡变焦位置。对于一些镜头,还可继续计算更新的校正因子,而不使用先前存储的超出过渡变焦位置的变焦位置的校正因子。一些镜头类型甚至可能不具有过渡变焦位置。具体镜头类型的行为可通过测试来确定。

[0081] 本发明已经在PTZ相机的上下文中进行了描述,但是如已经提到的那样,如果被配置在PT头上,则固定变焦相机也可以用作PTZ相机。此外,本发明可同样应用于无法平移和倾斜、但配置有变焦镜头(或更严格来说是变焦距镜头)的固定变焦相机(通常被称为固定箱式相机)。

[0082] 相机可以是监控相机。相机可以是数码相机或模拟相机。相机可以是任意类型的相机,诸如可见光相机、IR相机或热成像相机。

[0083] 如上所述,相机2形成用于自动聚焦的集成系统。然而,此系统还可由两个或更多个分立组件组成。例如,距离测量系统不必集成在相机中,但是可被单独提供。然后,由测量系统测得的物距可被提供给自动聚焦模块,以用于自动聚焦方法。此外,自动聚焦模块可设置在相机外部,但与相机可操作地连接。作为进一步的选择,距离测量系统和自动聚焦系统可设置在可操作地连接至相机的公共单元中。

[0084] 使用本发明构思,可在变焦操作期间或者在要聚焦的对象正远离或朝向恒定变焦位置处的相机移动时,更快地执行自动聚焦。以此方式,当执行被动式自动聚焦算法时,颤动会较少,可对于被动式自动聚焦算法的使用之间的帧,实现更好的聚焦。由于校正因子是持续更新的,因此可以补偿例如由环境温度变化或由透镜老化引起的透镜的行为的变化。此外,可监控校正因子,如果其中一个或两个大于预定阈值,则生成报警事件。这可能指示需要重新校准镜头、维修或者替换。

[0085] 因此,本发明不应限于所示出的实施例,而是应由随附权利要求书限定。

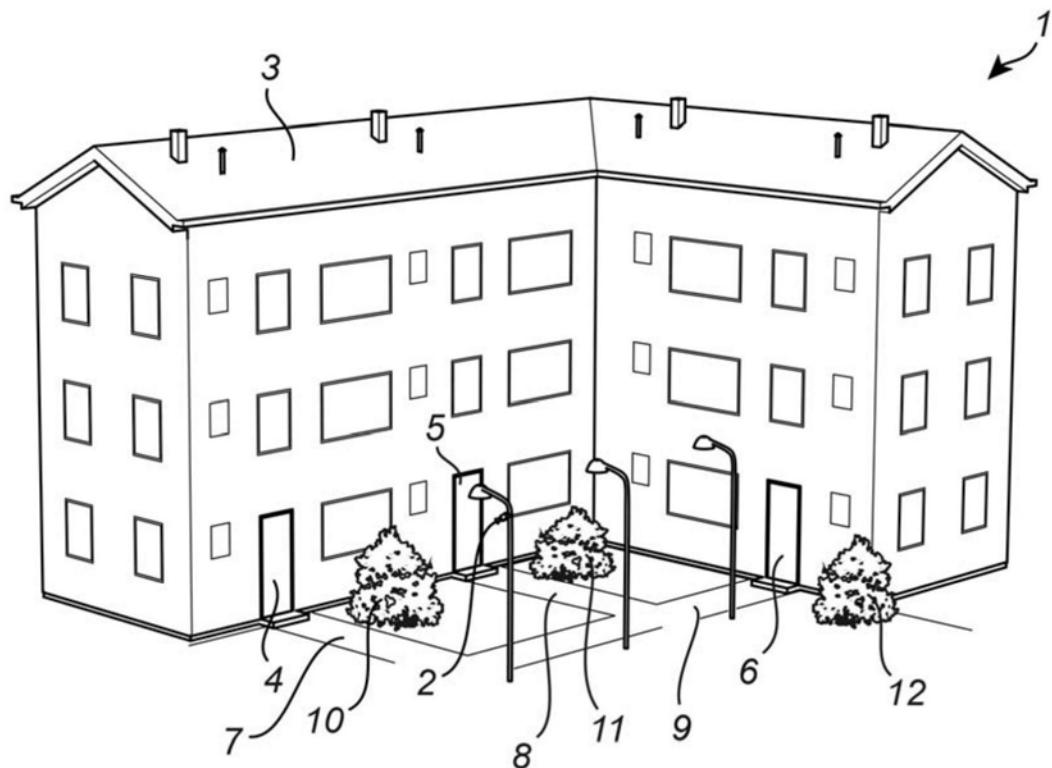


图1

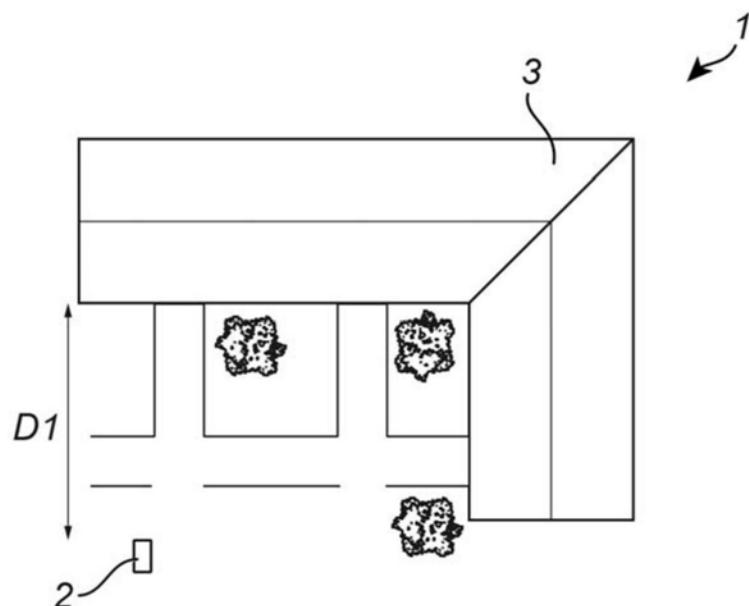


图2

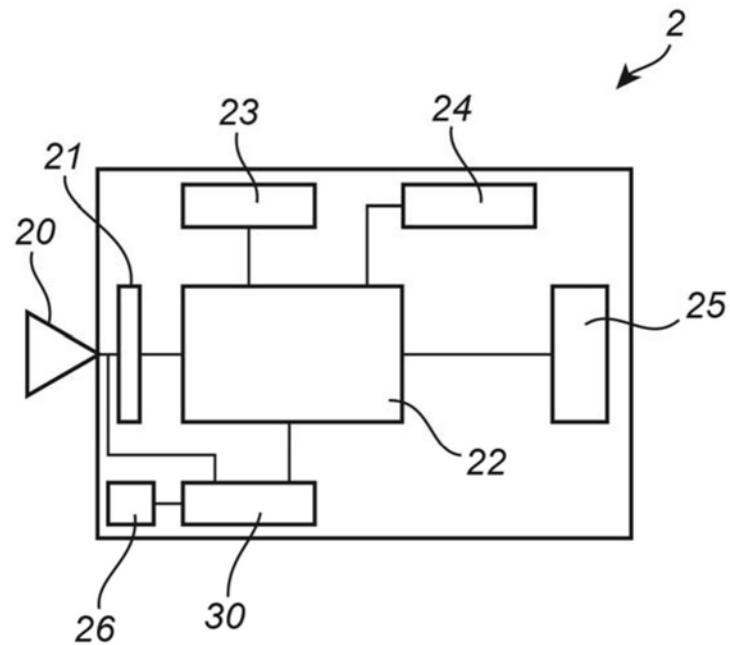


图3

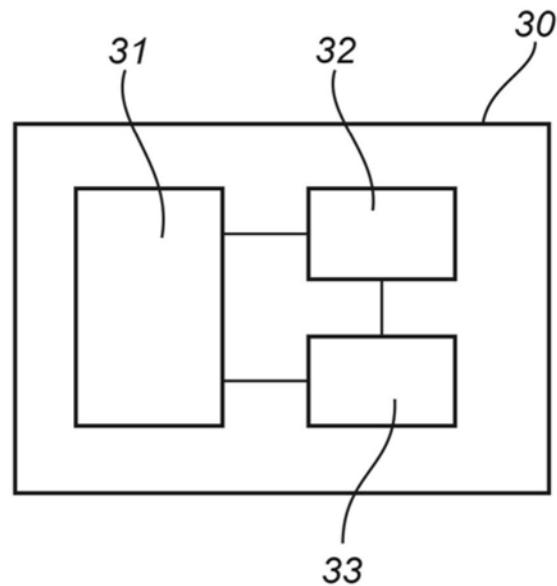


图4

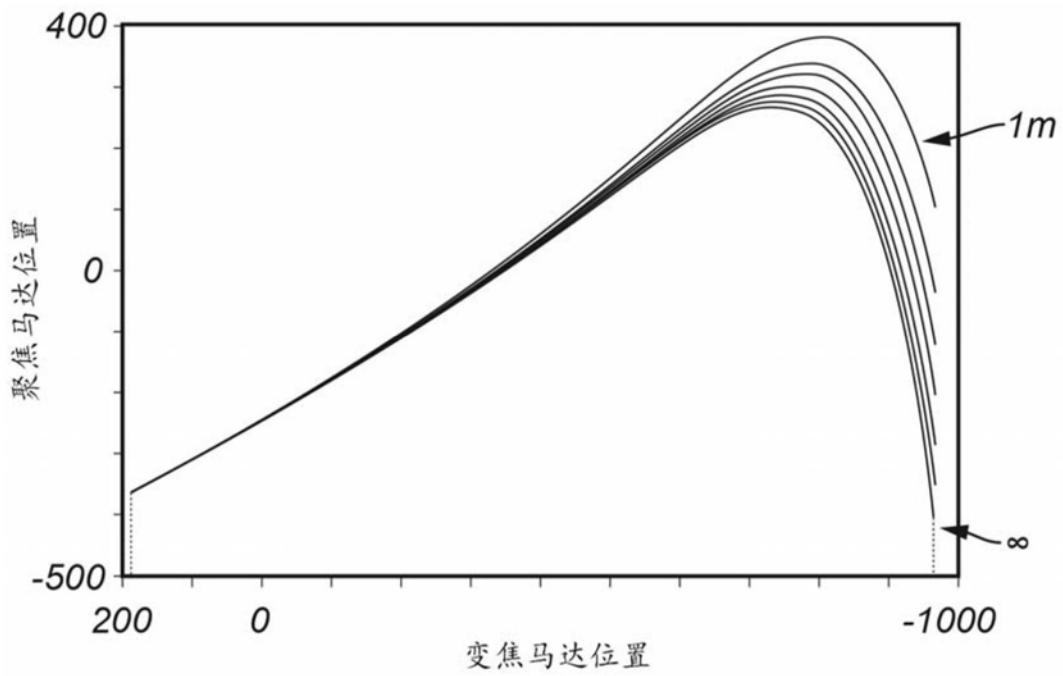


图5

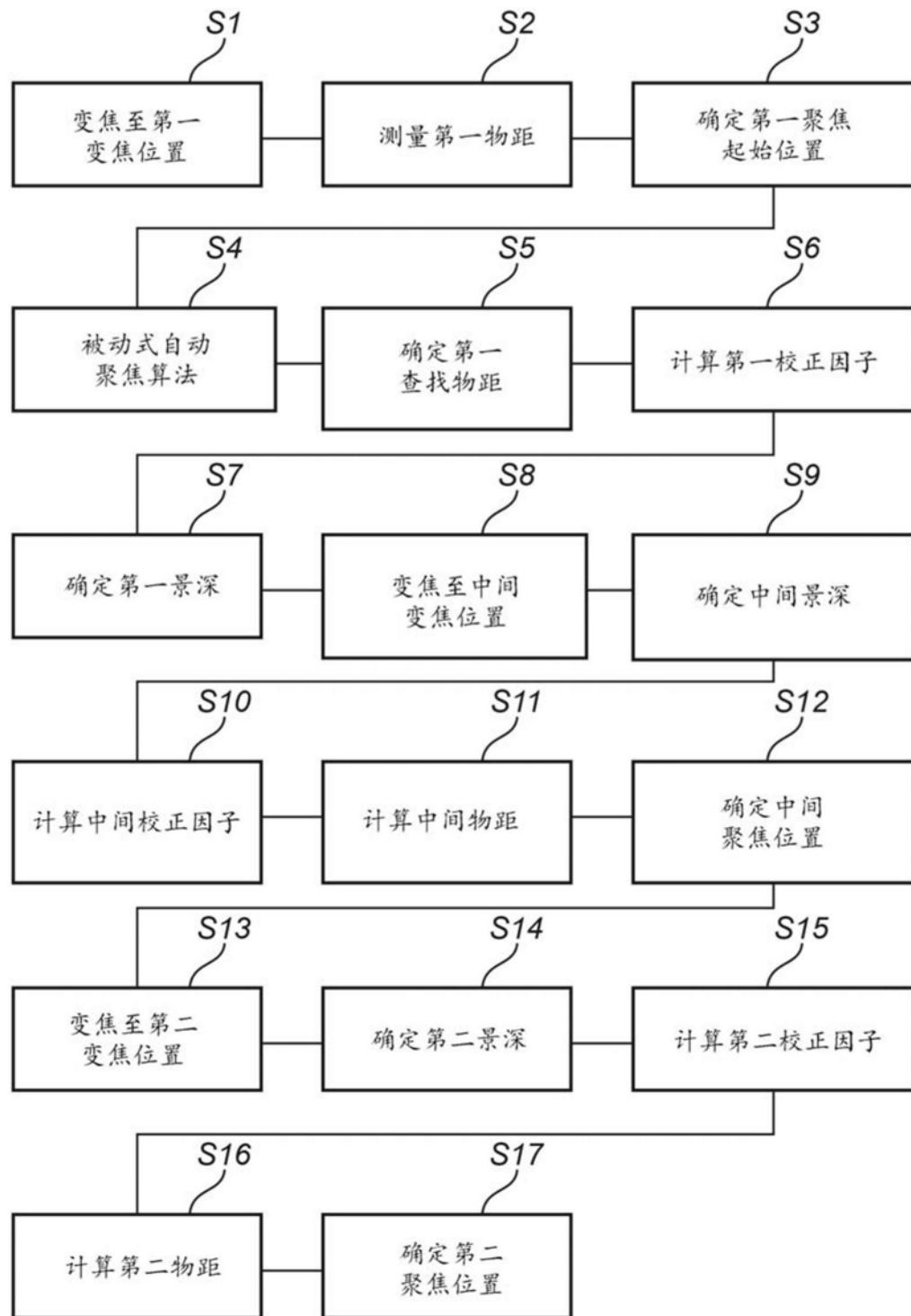


图6