



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109714535 A

(43)申请公布日 2019.05.03

(21)申请号 201910036331.3

(22)申请日 2019.01.15

(71)申请人 南京信息工程大学

地址 210044 江苏省南京市江北新区宁六路219号

(72)发明人 曹兆楼 裴世鑫 刘玉柱 咸冯林
李金花 叶井飞

(74)专利代理机构 南京钟山专利代理有限公司
32252

代理人 戴朝荣

(51)Int.Cl.

H04N 5/232(2006.01)

H04N 5/225(2006.01)

G01N 21/88(2006.01)

G01B 11/00(2006.01)

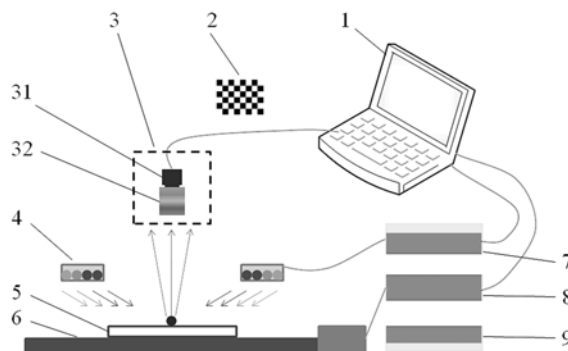
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种基于色差的自动对焦机器视觉测量装置及方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于色差的自动对焦机器视觉测量装置及方法,装置包括上位机、标定板、成像模块、照明模块、电动平移台、照明驱动模块、电机驱动模块和电源模块;待测物体放置于电动平移台上,电动平移台控制待测物体位置;照明模块轮流点亮不同中心波长处的LED,照明待测物体;上位机采集成像模块拍摄的图像信息;上位机在多幅图像中选择对比度最高的图像作为聚焦图像并进行后续图像处理。本发明通过控制光源波长代替电机移动,消除了聚焦过程中的震动,速度更快,可靠性更高,结构及控制简单,且成本较低,只需更换原装置中的镜头及照明光源即可,无需增加额外元器件,易于改进现有设备实现,有助于推广该技术的应用。



1. 一种基于色差的自动对焦机器视觉测量装置,其特征在于:包括上位机(1)、标定板(2)、成像模块(3)、照明模块(4)、电动平移台(6)、照明驱动模块(7)、电机驱动模块(8)和电源模块(9);所述待测物体(5)放置于电动平移台(6)上,上位机(1)控制电机驱动模块(8),电机驱动模块(8)驱动电动平移台(6),从而控制待测物体(5)位置;所述照明模块(4)由具有不同中心波长的LED组成,上位机(1)控制照明驱动模块(7),照明驱动模块(7)驱动照明模块(4),从而轮流点亮不同中心波长处的LED,照明待测物体(5);所述成像模块(3)包括色差镜头(31)和工业相机(32),上位机(1)通过接口采集工业相机(32)拍摄的图像信息;所述工业相机(32)拍摄时与LED照明同步,采集不同波长照明时的图像;所述色差镜头(31)通过改变波长实现镜头焦距的调节;所述上位机(1)在多幅图像中选择对比度最高的图像作为聚焦图像并进行后续图像处理。

2. 根据权利要求1所述的一种基于色差的自动对焦机器视觉测量装置,其特征在于:所述标定板(2)为具有黑白方格相间的棋盘图像,所述标定板(2)覆盖相机整个成像区域,标定时使用张正友标定法获得相机镜头不同波长时的内外参数。

3. 根据权利要求1所述的一种基于色差的自动对焦机器视觉测量装置,其特征在于:所述色差镜头(32)根据待测物体(5)及待测特征的尺寸设计而成,色差镜头(32)保留色差,消除包括球差、慧差、像散、场曲和畸变的5种单色像差,从而不同波长光源照明时色差镜头(32)具有不同的焦距;所述工业相机(31)像素数目为130万以上,与色差镜头(32)接口为C型或CS型,使用CMOS传感器,图像格式为黑白图像,可提供RAW格式数据,具有ROI功能,通过USB、千兆网或Camera Link接口连接至上位机(1)。

4. 根据权利要求1所述的一种基于色差的自动对焦机器视觉测量装置,其特征在于:所述照明模块(4)使用多个具有不同中心波长的LED组成环形光源,根据待测物体(5)的特点设计环形光源的入射角度,光源中不同波长LED均匀分布,每种波长的LED均由照明驱动模块(7)独立控制,整体或部分点亮。

5. 根据权利要求1所述的一种基于色差的自动对焦机器视觉测量装置,其特征在于:所述待测物体(5)具有一定曲率或在运行过程中待测表面脱离相机景深造成图像模糊。

6. 根据权利要求1所述的一种基于色差的自动对焦机器视觉测量装置,其特征在于:所述电动平移台(6)使用步进电机驱动,电动平移台(6)的分辨率高于20 mm,重复定位精度高于50 mm,由电机驱动模块(8)控制。

7. 根据权利要求6所述的一种基于色差的自动对焦机器视觉测量装置,其特征在于:所述照明驱动模块(7)包括单片机和功率放大模块,单片机通过串口与上位机(1)连接,接收上位机(1)命令,提供信号给功率放大模块并进一步控制照明光源内指定波长LED的通断,每一组LED都有对应的功率放大模块;所述电机驱动模块(8)包括单片机和步进电机驱动器,单片机通过串口与上位机(1)连接,接收上位机命令,提供脉冲与方向信号给步进电机驱动器。

8. 根据权利要求7所述的一种基于色差的自动对焦机器视觉测量装置,其特征在于:所述电源模块(9)提供24V与5V两路电源,其中24V电压用于步进电机运动,5V电压用于单片机及步进电机驱动器。

9. 根据权利要求1所述的一种基于色差的自动对焦机器视觉测量装置,其特征在于:所述上位机(1)包括用于获取相机图像的图像采集模块、用于标定成像模块参数的标定模块、

用于控制电动平移台的运动控制模块,用于计算图像对比度、选择聚焦图像及检测用户所需参数的图像处理模块,用于将测量结果保存为Excel文件的文件模块;所述上位机(1)在多幅图像中选择对比度最高的图像作为聚焦图像并进行后续图像处理,所述图像处理包括表面缺陷检测和尺寸测量。

10.一种基于色差的自动对焦机器视觉测量方法,其特征在于:包括以下步骤:

1)打开电源模块(9),上位机(1)控制电机驱动模块(8)驱动电动平移台(6),从而移动待测物体(5)至测量工位,关闭外部光源或使用密闭环境减小杂散光对测量影响;

2)轮流点亮照明模块(4)中不同波长LED,照明驱动模块(7)自动检测LED发光强度,根据其于设定值之差调整输出电流,保证LED发光强度为常量;每点亮一组波长时,成像模块(3)采集保存一副低分辨率图像,获得具有不同焦距的图像栈;

3)上位机(1)对图像栈进行处理,首先根据对比度等判据寻找图像栈中的聚焦图像,确定其对应的波长,点亮此波长LED,拍摄高分辨率图像,实现自动聚焦;

4)上位机(1)处理高分辨率图像,获得物体的特征参数,根据预先设定标准确定该物体是否满足要求,在屏幕上显示测量结果并保存数据,数据格式由用户定义,最终实现自动化检测。

一种基于色差的自动对焦机器视觉测量装置及方法

技术领域

[0001] 本发明属于机器视觉测量的技术领域,具体涉及一种基于色差的自动对焦机器视觉测量装置及方法。

背景技术

[0002] 随着我国生产效率的提升及人工成本的不断上升,人工检测环节已越来越成为生产线上限制产品产量、质量及成本的瓶颈,机器视觉技术在此大环境中受到了广泛的重视,其通过控制相机拍摄产品图像进行处理,检测产品是否满足需求,具有较高的检测效率、检测结果一致性较好且易于实现自动化,是保证产品加工质量及提升产品性能的必不可少的环节。

[0003] 目前机器视觉技术主要使用工业相机及工业镜头实现对物体的成像,但由于景深的限制,当被测物体在景深范围外时图像会发生模糊,使得后续图像处理中产生误差。针对此问题一般有两种解决思路,一种为增加镜头景深,如减小镜头孔径,但其导致了入射光通量减少且图像质量恶化,近年来波前编码技术受到了关注,通过在镜头内引入相位板调制点扩散函数,使得其在图像离焦时几乎保持不变并通过图像反卷积恢复图像,但该技术目前仍处于初步阶段,与普通镜头相比恢复图像的质量较差,且色差难以克服。另一种为使用自动对焦技术,通过调节镜头的焦距或者相机的位置保证被测物体始终位于镜头的景深范围内,由于对焦完成后,图像仍然可以获得很高的质量,适合后续处理,因此在实际设备中广泛应用。传统的自动对焦技术均为根据图像模糊程度,通过控制电机旋转移动镜头内元件或相机实现,具有较大的对焦范围,但由于变焦方式为机械移动,速度较慢且可能产生振动等不利影响,同时引入电机及控制模块显著增加了成本,降低了可靠性。近年来有厂家推出电控液体变焦透镜,通过改变液体界面的曲率改变镜头焦距,驱动简单,但成像质量难以保证,目前尚未在工业界中大规模使用。

[0004] 现有自动聚焦装置均为机械调整光学系统中镜片的位置或曲面形状,速度较慢,且可靠性受到了限制,需要提出一种速度更快,可靠性更好的方案。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服现有技术中自动聚焦装置需要调整光学系统中镜片机械位置的不足,提供一种基于色差的自动对焦机器视觉测量装置及方法,使用具有色差的大景深镜头结合主动照明技术定位待测表面深度位置,通过主动控制照明光源的波长,扫描不同焦距处的图像,寻找聚焦图像,具有对焦速度快,无需机械移动,成像质量高的特点,适用于各种需要自动聚焦镜头来减小样品深度影响的测量应用,在基于机器视觉的光学检测中具有广阔的应用前景。

[0006] 为实现上述技术目的,本发明采取的技术方案为:

一种基于色差的自动对焦机器视觉测量装置,包括上位机、标定板、成像模块、照明模块、电动平移台、照明驱动模块、电机驱动模块和电源模块;待测物体放置于电动平移台上,

上位机控制电机驱动模块,电机驱动模块驱动电动平移台,从而控制待测物体位置;照明模块由具有不同中心波长的LED组成,上位机控制照明驱动模块,照明驱动模块驱动照明模块,从而轮流点亮不同中心波长处的LED,照明待测物体;成像模块包括色差镜头和工业相机,上位机通过接口采集工业相机拍摄的图像信息;工业相机拍摄时与LED照明同步,采集不同波长照明时的图像;色差镜头通过改变波长实现镜头焦距的调节;上位机在多幅图像中选择对比度最高的图像作为聚焦图像并进行后续图像处理。

[0007] 为优化上述技术方案,采取的具体措施还包括:

上述的标定板为具有黑白方格相间的棋盘图像,标定板覆盖相机整个成像区域,标定时使用张正友标定法获得相机镜头不同波长时的内外参数。

[0008] 上述的色差镜头根据待测物体及待测特征的尺寸设计而成,色差镜头保留色差,消除包括球差、慧差、像散、场曲和畸变的5种单色像差,从而不同波长光源照明时色差镜头具有不同的焦距;工业相机像素数目为130万以上,与色差镜头接口为C型或CS型,使用CMOS传感器,图像格式为黑白图像,可提供RAW格式数据,具有ROI功能,通过USB、千兆网或Camera Link接口连接至上位机。

[0009] 上述的照明模块使用多个具有不同中心波长的LED组成环形光源,根据待测物体的特点设计环形光源的入射角度,光源中不同波长LED均匀分布,每种波长的LED均由照明驱动模块独立控制,整体或部分点亮。

[0010] 上述的待测物体具有一定曲率或在运行过程中待测表面脱离相机景深造成图像模糊。

[0011] 上述的电动平移台使用步进电机驱动,电动平移台的分辨率高于20mm,重复定位精度高于50mm,由电机驱动模块控制。

[0012] 上述的照明驱动模块包括单片机和功率放大模块,单片机通过串口与上位机连接,接收上位机命令,提供信号给功率放大模块并进一步控制照明光源内指定波长LED的通断,每一组LED都有对应的功率放大模块。

[0013] 上述的电机驱动模块包括单片机和步进电机驱动器,单片机通过串口与上位机连接,接收上位机命令,提供脉冲与方向信号给步进电机驱动器。

[0014] 上述的电源模块提供24V与5V两路电源,其中24V电压用于步进电机运动,5V电压用于单片机及步进电机驱动器。

[0015] 上述的上位机包括用于获取相机图像的图像采集模块、用于标定成像模块参数的标定模块、用于控制电动平移台的运动控制模块,用于计算图像对比度、选择聚焦图像及检测用户所需参数的图像处理模块,用于将测量结果保存为Excel文件的文件模块;上位机在多幅图像中选择对比度最高的图像作为聚焦图像并进行后续图像处理,图像处理包括表面缺陷检测和尺寸测量。

[0016] 一种基于色差的自动对焦机器视觉测量方法,包括以下步骤:

1) 打开电源模块,上位机控制电机驱动模块驱动电动平移台,从而移动待测物体至测量工位,关闭外部光源或使用密闭环境减小杂散光对测量影响;

2) 轮流点亮照明模块中不同波长LED,照明驱动模块自动检测LED发光强度,根据其与设计值之差调整输出电流,保证LED发光强度为常量;每点亮一组波长时,成像模块采集保存一副低分辨率图像,获得具有不同焦距的图像栈;

3) 上位机对图像栈进行处理,首先根据对比度等判据寻找图像栈中的聚焦图像,确定其对应的波长,点亮此波长LED,拍摄高分辨率图像,实现自动聚焦;

4) 处理高分辨率图像,获得物体的特征参数,根据预先设定标准确定该物体是否满足要求,在屏幕上显示测量结果并保存数据,数据格式由用户定义,最终实现自动化检测。

[0017] 本发明具有以下有益效果:

本发明采用色差镜头作为实现自动聚焦的途径,通过主动控制光源波长调节色差镜头焦距,在较大的景深范围内扫描待测物体特征获得不同焦距图像栈,进而选择其中的聚焦图像进行处理检测物体特征参数。

[0018] 相比传统机械扫描式自动聚焦技术,本发明通过控制光源波长代替电机移动,消除了聚焦过程中的震动,速度更快,可靠性更高,结构及控制简单,且成本较低,只需更换原装置中的镜头及照明光源即可,无需增加额外元器件,易于改进现有设备实现,有助于推广该技术的应用。

附图说明

[0019] 图1为本发明的测量装置示意图;

图2为色差镜头的工作原理图;

图3为本发明的测量方法流程图。

[0020] 其中的附图标记为:1-上位机;2-标定板;3-成像模块;31-工业相机;32-色差镜头;4-照明模块;5-待测物体;6-电动平移台;7-照明驱动模块;8-电机驱动模块;9-电源模块。

具体实施方式

[0021] 以下结合附图对本发明的实施例作进一步详细描述。

[0022] 参见图1,本发明的一种基于色差的自动对焦机器视觉测量装置,包括上位机1、标定板2、成像模块3、照明模块4、电动平移台6、照明驱动模块7、电机驱动模块8和电源模块9;

待测物体5放置于电动平移台6上,上位机1控制电机驱动模块8,电机驱动模块8驱动电动平移台6,从而控制待测物体5位置;

照明模块4由具有不同中心波长的LED组成,上位机1控制照明驱动模块7,照明驱动模块7驱动照明模块4,从而轮流点亮不同中心波长处的LED,照明待测物体5;

成像模块3包括色差镜头31和工业相机32,上位机1通过接口采集工业相机32拍摄的图像信息;

工业相机32拍摄时与LED照明同步,采集不同波长照明时的图像;

色差镜头31在波长不同时具有不同的焦距,因此通过改变波长实现镜头焦距的调节;

上位机1在多幅图像中选择对比度最高的图像作为聚焦图像并进行后续图像处理,如表面缺陷检测、尺寸测量等。

[0023] 相比传统自动聚焦装置等方法具有无需机械移动装置的特点,提高了可靠性。由于控制光源相比控制电机成本更低,速度更快,因此本方法具有更低的成本、更高的可靠性及自动聚焦效率。

[0024] 实施例中,上位机1使用工控机实现,具有可扩展PCIe插槽,当工业相机使用

Camera Link接口时,用于提供Camera Link采集卡接口。

[0025] 实施例中,标定板2为具有黑白方格相间的棋盘图像,标定板2覆盖相机整个成像区域,标定时使用张正友标定法获得相机镜头不同波长时的内外参数。

[0026] 实施例中,色差镜头32在设计中保留了色差,因此设计中无需使用胶合透镜,简化了镜头的装配加工,在不同波长光源照明时镜头具有不同的焦距,如图2所示,同一物体发出的不同波长光线经过镜头后成像在不同位置的像面上,为了保证图像质量及测量参数的准确性,尽可能消除了球差、慧差、像散、场曲及畸变五种单色像差,镜头的焦距、视场角及F数需根据实际物体的尺度及特征参数定制。

[0027] 工业相机31像素数目为130万以上,消除RGB掩膜板对图像强度的影响,可以根据待测物体特点调整曝光时间、分辨率及增益。

[0028] 工业相机31与色差镜头32接口为C型或CS型,使用CMOS传感器,图像格式为黑白图像,可提供RAW格式原始图像数据,消除图像格式转换及压缩过程中的损失,具有ROI功能,可自行选择拍摄哪个区域的图像,提高拍摄效率。

[0029] 工业相机31通过USB、千兆网或Camera Link接口将图像数据传输至上位机1进行处理。

[0030] 工业相机31相机具有软件触发及外部触发功能,可在上位机软件中设定触发或由照明驱动模块提供触发信号。

[0031] 实施例中,照明模块4使用多个具有不同中心波长的LED组成环形光源,需自行定做,保证每组波长的LED能够独立被控制。根据待测物体5特点设计环形光源的入射角度,光源中不同波长LED均匀分布,每种波长的LED均由照明驱动模块7独立控制,整体或部分点亮。

[0032] 由于LED照明的光谱范围较窄,因此通过此光源可以获得窄带照明。光源中加入光强探测模块,用于测量每组波长LED的发光强度,当发现光源强度发生变化时,改变驱动电流调节光强,使得检测中LED发光强度在很小的范围内变化,保证检测结果的一致性。为了提高照明光源的使用寿命,使用降额驱动技术,减小LED工作的额定电流。照明光源的驱动模块7通过串口连接至上位机1,由上位机1通信确定点亮LED的波长范围。

[0033] 实施例中,待测物体5 待测物体5的自动化检测特征需为尺寸或表面缺陷等可在图像中显示特征,在手动放入或自动移入工位时待测表面可能脱离镜头的景深范围,或者表面本身具有一定的曲率,无法同时在整个视场内都获得聚焦图像,需要使用自动聚焦技术提高测量可靠性及精度。

[0034] 实施例中,电动平移台6的分辨率高于20 mm,重复定位精度高于50 mm,由电机驱动模块8控制。

[0035] 电动平移台6用于自动化移动待测物体5至检测工位,亦可使用输送机等方式移动,当使用电动平移台6时由步进电机或者伺服电机精确驱动,当使用输送机流水线移动方式时需加入光栅尺等器件测量及定位待测物体移动距离。

[0036] 电动平移台6可由电机驱动模块8根据上位机1通信确定移动方向及距离,当待测物体5无法准确定位时需加入光电开关同步待测物体5运动及相机采集的时序。

[0037] 实施例中,照明驱动模块7包括单片机和功率放大模块,单片机通过串口与上位机1连接,接收上位机1命令,提供信号给功率放大模块并进一步控制照明光源内指定波长LED

的通断,每一组LED都有对应的功率放大模块。

[0038] 实施例中,电机驱动模块8包括单片机和步进电机驱动器,单片机通过串口与上位机1连接,接收上位机命令,提供脉冲与方向信号给步进电机驱动器。

[0039] 实施例中,电源模块9提供24V与5V两路电源,其中24V电压用于步进电机运动,5V电压用于单片机及步进电机驱动器。

[0040] 实施例中,上位机1包括用于获取相机图像的图像采集模块、用于标定成像模块参数的标定模块、用于控制电动平移台的运动控制模块,用于计算图像对比度、选择聚焦图像及检测用户所需参数的图像处理模块,用于将测量结果保存为Excel文件的文件模块;上位机1在多幅图像中选择对比度最高的图像作为聚焦图像并进行后续图像处理,图像处理包括表面缺陷检测和尺寸测量。

[0041] 参见图3,本发明的测量装置在安装调节及镜头标定后,测量方法包括以下步骤:

1) 打开电源模块,上位机1控制电机驱动模块8驱动电动平移台6,从而移动待测物体5至测量工位,关闭外部光源或使用密闭环境减小杂散光对测量影响;

2) 轮流点亮照明模块4中不同波长LED,照明驱动模块7自动检测LED发光强度,根据其于设定值之差调整输出电流,保证LED发光强度为常量;每点亮一组波长时,成像模块3采集保存一副低分辨率图像,获得具有不同焦距的图像栈;

3) 上位机1对图像栈进行处理,首先根据对比度等判据寻找图像栈中的聚焦图像,确定其对应的波长,点亮此波长LED,拍摄高分辨率图像,实现自动聚焦;

4) 处理高分辨率图像,获得物体的特征参数,如物体尺寸、表面缺陷尺寸等,根据预先设定标准确定该物体是否满足要求,在屏幕上显示测量结果并保存数据,数据格式由用户定义,最终实现自动化检测。

[0042] 以上仅是本发明的优选实施方式,本发明的保护范围并不仅局限于上述实施例,凡属于本发明思路下的技术方案均属于本发明的保护范围。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理前提下的若干改进和润饰,应视为本发明的保护范围。

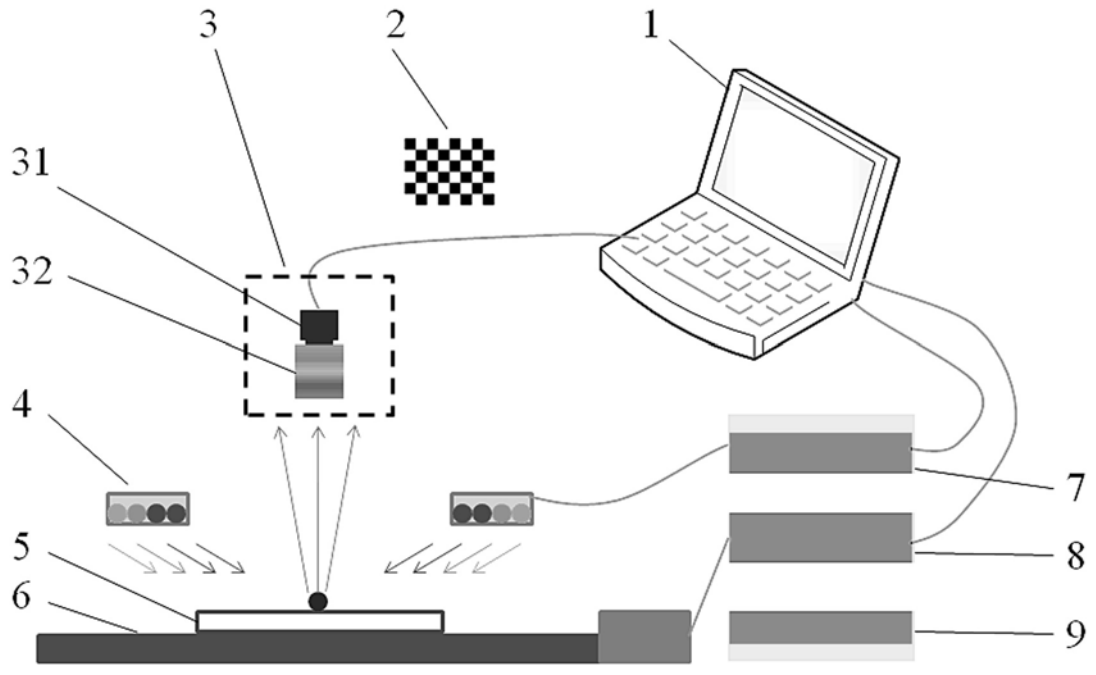


图 1

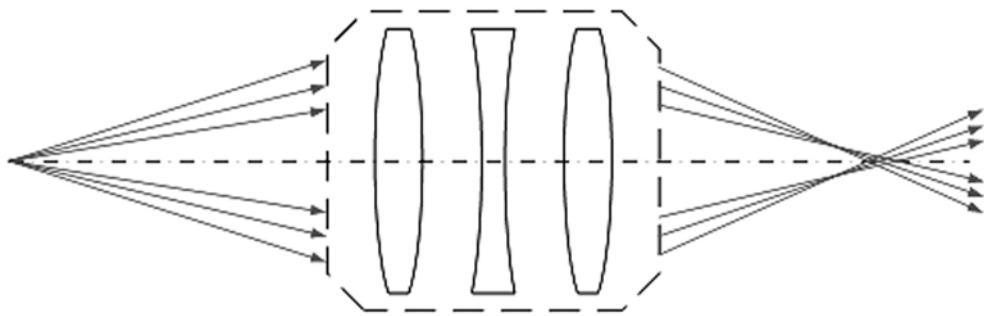


图 2

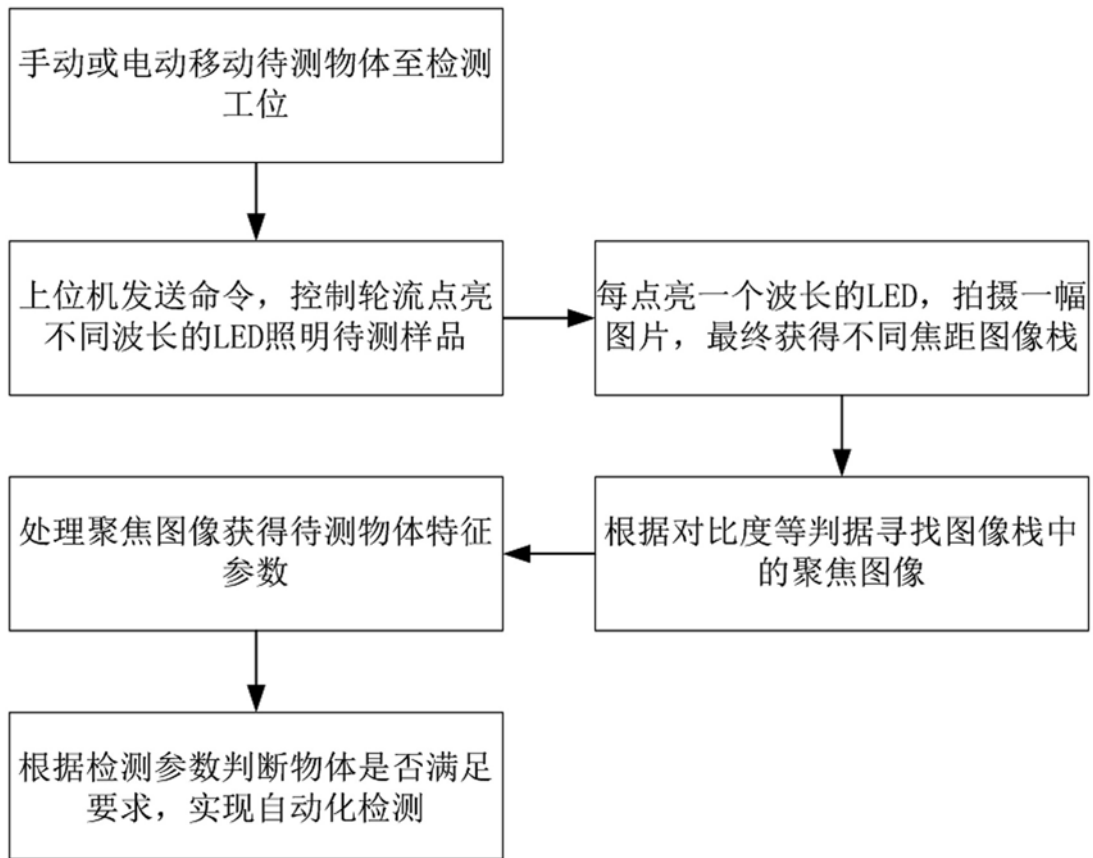


图 3