



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109886323 B

(45) 授权公告日 2020. 10. 30

(21) 申请号 201910101057.3

G06T 7/277 (2017.01)

(22) 申请日 2019.01.31

G05B 23/02 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109886323 A

(56) 对比文件

CN 103823182 A, 2014.05.28

CN 108762231 A, 2018.11.06

(43) 申请公布日 2019.06.14

CN 107728606 A, 2018.02.23

(73) 专利权人 中国地质大学(武汉)

CN 106164744 A, 2016.11.23

地址 430000 湖北省武汉市洪山区鲁磨路
388号

CN 103439981 A, 2013.12.11

审查员 司马成

(72) 发明人 王新梅 司洋荣 柯帅 熊逸丹
曾陈意

(74) 专利代理机构 武汉知产时代知识产权代理
有限公司 42238

代理人 孙妮

(51) Int. Cl.

G06K 9/62 (2006.01)

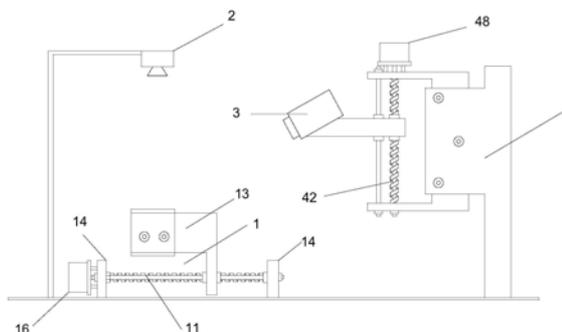
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种用于测试运动轨迹滤波算法的装置

(57) 摘要

一种用于测试运动轨迹滤波算法的装置,包含紫外反光片、运动目标控制装置、拍摄装置、激光器、激光器移动控制架以及控制组件,紫外反光片作为运动轨迹滤波算法的运动目标,运动目标控制装置用于控制紫外反光片进行移动,拍摄装置用于拍摄所述紫外反光片,拍摄装置具有摄像头,镜头上装有紫外滤光片,激光器移动控制架用于固定安装激光器,并移动激光器,从而调整激光器的照射位置;控制组件,分别电性连接拍摄装置和激光器。本发明可以用于测试卡尔曼滤波器进行动态步数补偿的滤波效果,结构简单,成本低廉。



1. 一种用于测试运动轨迹滤波算法的装置,其特征在于,包含:
紫外反光片,可反射紫外光,作为运动轨迹滤波算法的运动目标;
运动目标控制装置,用于控制紫外反光片进行移动;
拍摄装置,用于拍摄所述紫外反光片,拍摄装置具有摄像头,镜头上装有紫外滤光片,只有紫外光才能被摄像头识别;
激光器,用于发出紫外激光照射紫外反光片;
激光器移动控制架,用于固定安装所述激光器,并移动所述激光器,从而调整所述激光器的照射位置;

控制组件,分别电性连接拍摄装置和激光器,用于对拍摄装置实时回传的图像中运动目标位置进行提取,并按照动态时延对运动目标的工作空间坐标信息进行卡尔曼滤波,以预测紫外反光片的位置后,与紫外反光片的实际位置进行对比,从而获取对卡尔曼滤波器进行动态步数补偿的滤波效果的验证;

运动目标控制装置包括第一固定支架、第二固定支架、紫外反光片载体、第一载体丝杆以及第二载体丝杆,第一载体丝杆分别穿过第一固定支架上两侧的固定孔而可转动的固定于固定孔中,第二载体丝杆分别穿过第二固定支架上两侧的固定孔而可转动的固定于固定孔中,第一载体丝杆穿过紫外反光片载体以将紫外反光片载体固定在第一载体丝杆上,第二载体丝杆穿过第一固定支架以将第一固定支架固定在第二载体丝杆上;第一载体丝杆与第二载体丝杆垂直且二者所在平面水平,且第一载体丝杆与激光器的射线方向垂直;

第一载体丝杆的一端穿过第一固定支架上的固定孔后连接第三电机的转动轴,第三电机固定在第一固定支架上,第三电机用于在转动时带动第一载体丝杆在固定孔内旋进或旋出,从而带动紫外反光片载体以及紫外反光片一起在水平方向上直线移动;

第二载体丝杆的一端穿过第二固定支架上的固定孔后连接第四电机的转动轴,第四电机用于在转动时带动第二载体丝杆在固定孔内旋进或旋出,从而带动紫外反光片载体、紫外反光片、第一固定支架以及第三电机一起在水平方向上直线移动;

所述激光器移动控制架具有水平丝杆、竖直丝杆以及一个激光器固定架,水平丝杆的两端分别穿过两侧固定壁上的固定孔而水平设置,水平丝杆穿过激光器固定架以将固定架固定在水平丝杆上,水平丝杆的一端穿过固定孔后连接第二电机的转动轴,第二电机用于在转动时带动水平丝杆在固定孔内旋进或旋出,从而带动激光器固定架在水平方向上直线移动,水平丝杆平行于第一载体丝杆且垂直于第二载体丝杆;

激光器固定架的中间部分在竖直方向是中空的,上、下方均具有固定壁,竖直丝杆位于中空的部分,上、下端分别穿过上、下方的具有固定壁的固定孔,竖直丝杆在中空部分对应处上固定一滑台,滑台上固定所述激光器,水平丝杆的一端穿过固定孔后连接第一电机的转动轴,第一电机用于在转动时带动竖直丝杆在固定孔内旋进或旋出,从而带动激光器固定架在竖直方向上直线移动。

2. 根据权利要求1所述的用于测试运动轨迹滤波算法的装置,其特征在于,所述紫外反光片为白色圆片。

3. 根据权利要求1所述的用于测试运动轨迹滤波算法的装置,其特征在于,所述摄像头位于紫外反光片的上方,固定角度进行拍摄。

4. 根据权利要求1所述的用于测试运动轨迹滤波算法的装置,其特征在于,第一电机、

第二电机、第三电机以及第四电机分别连接电机驱动器,电机驱动器连接所述控制组件,以在控制组件的控制下,控制所述第一电机、第二电机、第三电机以及第四电机的工作状态。

5. 根据权利要求1所述的用于测试运动轨迹滤波算法的装置,其特征在于,第一电机、第二电机、第三电机以及第四电机为步进电机。

6. 根据权利要求1所述的用于测试运动轨迹滤波算法的装置,其特征在于,激光器的照射方向为:朝向运动目标控制装置进行照射,且与竖直向下方向成一锐角。

7. 根据权利要求1所述的用于测试运动轨迹滤波算法的装置,其特征在于,对拍摄装置实时回传的图像中运动目标位置进行提取,并按照动态时延对运动目标的工作空间坐标信息进行卡尔曼滤波,以预测紫外反光片的位置后,与紫外反光片的实际位置进行对比,从而获取对卡尔曼滤波器进行动态步数补偿的滤波效果的验证具体包括:

第一电机、第二电机、第三电机以及第四电机为步进电机,控制器通过输出电脉冲完成对步进电机转动的控制;

控制组件根据拍摄装置拍摄的运动目标控制装置上的紫外反光片的图像进行预设的卡尔曼滤波器进行动态步数补偿,得到紫外反光片上的运动轨迹作为实际位置,基准点的预测位置通过控制脉冲的总数量得到;

从而根据控制脉冲的总数量与实际位置之间的线性程度来判断卡尔曼滤波器进行动态步数补偿的滤波效果。

8. 根据权利要求7所述的用于测试运动轨迹滤波算法的装置,其特征在于,控制脉冲的总数量是指当步进电机控制紫外反光片沿着某一方向移动时,控制脉冲的总数量为原本的总数量加上沿着所述某一方向新移动的数量,当电机控制紫外反光片沿着所述某一方向反向移动时,控制脉冲的总数量为原本的总数量减去沿着所述某一方向新移动的数量。

一种用于测试运动轨迹滤波算法的装置

技术领域

[0001] 本发明涉及实验装置领域,更具体地说,涉及一种用于测试运动轨迹滤波算法的装置。

背景技术

[0002] 常用控制程序中发现:实际控制应用中,会有一些数据传输、处理所产生的时延,该时延会对控制精度产生影响。然而现有的卡尔曼滤波补偿方法中,由于没有涉及到延迟时间的获取,进而对延迟步数处理为某一固定值,这对于控制精度要求较高的对象而言,此类固定的补偿步数无法满足较高精度控制的需求。为了解决上述技术问题,目前有人提出了对卡尔曼滤波器进行动态步数补偿的方法,为了对本发明做出清楚的说明,下述将具体说明动态步数补偿的原理,但是本领域人员应当理解的是,本发明的装置不限于该种动态步数补偿方法。

[0003] 参考图1,在数据采集器(以采集图像为例)采集到图像时向时延计算模块输出一帧中断脉冲,将这一脉冲的产生时刻记作 t_i , t_i 由时延计算模块进行记录,在这一帧图像处理完成后,由数据解析模块向时延计算模块输出一结束脉冲,将这一结束脉冲的产生时刻记作 t'_i , t_i 与 t'_i 之间的时间差 ΔT 便是数据传输处理时延, t_i 与 t_{i+1} 之间的时间差 T 即为数据采集周期,其关系如图2所示。

[0004] 控制器中控制模块通常会按照固定的周期控制伺服器工作,令程序控制周期为 T' ,程序在 t_n 时刻进入定时器中断修改控制量, t_n 与最近一次图像处理完成时刻 t'_i 相差时间为 $\Delta t' = t_n - t'_i$,所以和对应最近图像采集时刻的时间差为 $\Delta t = t_n - t_i$,其关系如图3。

[0005] 在动态补偿卡尔曼中,需要使用Kalman滤波器补偿的步数 N 应当是:

$$[0006] \quad N = \frac{\Delta t}{T};$$

[0007] 由于 Δt 不尽相同,因此 N 是动态变化的。

[0008] 然而在进行算法相应研究时,想要验证一个算法的性能往往因为没有合适的平台而只能进行模拟仿真实验,对于基于动态步数补偿的卡尔曼滤波方法而言,往往需要搭建复杂的平台来进行测试,消耗较大人力物力。

发明内容

[0009] 本发明要解决的技术问题在于,针对现有技术在进行算法验证相应研究时,对于运动轨迹滤波算法而言,往往需要搭建复杂的平台来进行测试,消耗较大人力物力缺陷,提供一种用于测试运动轨迹滤波算法的装置。

[0010] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:构造一种用于测试运动轨迹滤波算法的装置,包含:

[0011] 紫外反光片,可反射紫外光,作为运动轨迹滤波算法的运动目标;

[0012] 运动目标控制装置,用于控制紫外反光片进行移动;

[0013] 拍摄装置,用于拍摄所述紫外反光片,拍摄装置具有摄像头,镜头上装有紫外滤光片,只有紫外光才能被摄像头识别;

[0014] 激光器,用于发出紫外激光照射紫外反光片;

[0015] 激光器移动控制架,用于固定安装所述激光器,并移动所述激光器,从而调整所述激光器的照射位置;

[0016] 控制组件,分别电性连接拍摄装置和激光器,用于对拍摄装置实时回传的图像中运动目标位置进行提取,并按照动态时延对运动目标的工作空间坐标信息进行卡尔曼滤波,以预测紫外反光片的位置后,并与紫外反光片的实际位置进行对比,从而获取对卡尔曼滤波器进行动态步数补偿滤波效果的验证。

[0017] 优选地,在本发明的用于测试运动轨迹滤波算法的装置中,所述紫外反光片为白色圆片。

[0018] 优选地,在本发明的用于测试运动轨迹滤波算法的装置中,运动目标控制装置包括第一固定支架、第二固定支架、紫外反光片载体、第一载体丝杆以及第二载体丝杆,第一载体丝杆分别穿过第一固定支架上两侧的固定孔而可转动的固定于固定孔中,第二载体丝杆分别穿过第二固定支架上两侧的固定孔而可转动的固定于固定孔中,第一载体丝杆穿过紫外反光片载体以将紫外反光片载体固定在第一载体丝杆上,第二载体丝杆穿过第一固定支架以将第一固定支架固定在第二载体丝杆上;第一载体丝杆与第二载体丝杆垂直且二者所在平面水平,且第一载体丝杆与激光器的射线方向垂直;

[0019] 第一载体丝杆的一端穿过第一固定支架上的固定孔后连接第三电机的转动轴,第三电机固定在第一固定支架上,第三电机用于在转动时带动第一载体丝杆在固定孔内旋进或旋出,从而带动紫外反光片载体以及紫外反光片一起在水平方向上直线移动;

[0020] 第二载体丝杆的一端穿过第二固定支架上的固定孔后连接第四电机的转动轴,第四电机用于在转动时带动第二载体丝杆在固定孔内旋进或旋出,从而带动紫外反光片载体、紫外反光片、第一固定支架以及第三电机一起在水平方向上直线移动。

[0021] 优选地,在本发明的用于测试运动轨迹滤波算法的装置中,所述摄像头位于紫外反光片的上方,固定角度进行拍摄。

[0022] 优选地,在本发明的用于测试运动轨迹滤波算法的装置中,所述激光器移动控制架具有水平丝杆、竖直丝杆以及一个激光器固定架,水平丝杆的两端分别穿过两侧固定壁上的固定孔而水平设置,水平丝杆穿过激光器固定架以将固定架固定在水平丝杆上,水平丝杆的一端穿过固定孔后连接第二电机的转动轴,第二电机用于在转动时带动水平丝杆在固定孔内旋进或旋出,从而带动激光器固定架在水平方向上直线移动,水平丝杆平行于第一载体丝杆且垂直于第二载体丝杆;

[0023] 激光器固定架的中间部分在竖直方向是中空的,上、下方均具有固定壁,竖直丝杆位于中空的部分,上、下端分别穿过上、下方的具有固定壁的固定孔,竖直丝杆在所述中空部分对应处上固定一滑台,滑台上固定所述激光器,水平丝杆的一端穿过固定孔后连接第一电机的转动轴,第一电机用于在转动时带动竖直丝杆在固定孔内旋进或旋出,从而带动激光器固定架在竖直方向上直线移动。

[0024] 优选地,在本发明的用于测试运动轨迹滤波算法的装置中,第一电机、第二电机、第三电机以及第四电机分别连接电机驱动器,电机驱动器连接所述控制组件,以在控制组

件的控制下,控制所述第一电机、第二电机、第三电机以及第四电机的工作状态。

[0025] 优选地,在本发明的用于测试运动轨迹滤波算法的装置中,第一电机、第二电机、第三电机以及第四电机为步进电机。

[0026] 优选地,在本发明的用于测试运动轨迹滤波算法的装置中,激光器的照射方向为:朝向运动目标控制装置进行照射,且与竖直向下方向成一锐角。

[0027] 优选地,在本发明的用于测试运动轨迹滤波算法的装置中,对拍摄装置实时回传的图像中运动目标位置进行提取,并按照动态时延对运动目标的工作空间坐标信息进行卡尔曼滤波,以预测紫外反光片的位置后,与紫外反光片的实际位置进行对比,从而获取对卡尔曼滤波器进行动态步数补偿的滤波效果的验证具体包括:

[0028] 第一电机、第二电机、第三电机以及第四电机为步进电机,控制器通过输出电脉冲完成对步进电机转动的控制;

[0029] 控制组件根据拍摄装置拍摄的运动目标控制装置上的紫外反光片的图像进行预设的卡尔曼滤波器进行动态步数补偿,得到紫外反光片上的运动轨迹作为实际位置,所述基准点的预测位置通过控制脉冲的总数量得到。

[0030] 从而根据控制脉冲的总数量与实际位置之间的线性程度来判断卡尔曼滤波器进行动态步数补偿的滤波效果。

[0031] 优选地,在本发明的用于测试运动轨迹滤波算法的装置中,控制脉冲的总数量是指当步进电机控制紫外反光片沿着某一方向移动时,控制脉冲的总数量为原本的总数量加上沿着所述某一方向新移动的数量,当电机控制紫外反光片沿着所述某一方向反向移动时,控制脉冲的总数量为原本的总数量减去沿着所述某一方向新移动的数量。

[0032] 实施本发明的用于测试运动轨迹滤波算法的装置,具有以下有益效果:本发明可以测试卡尔曼滤波器进行动态步数补偿的滤波效果,结构简单,成本低廉。

附图说明

[0033] 下面将结合附图及实施例对本发明作进一步说明,附图中:

[0034] 图1是基于动态步数补偿的卡尔曼滤波方法的原理图;

[0035] 图2是图像时滞时序图;

[0036] 图3是控制周期与图像采集周期关系图;

[0037] 图4是本发明的用于测试运动轨迹滤波算法的装置一实施例的正视图;

[0038] 图5是本发明的用于测试运动轨迹滤波算法的装置一实施例部分结构的俯视图;

[0039] 图6是图4中关于激光器和激光器移动控制架的左视图。

具体实施方式

[0040] 为了对本发明的技术特征、目的和效果有更加清楚的理解,现对照附图详细说明本发明的具体实施方式。

[0041] 参考图4与图5,其分别为本发明的用于测试运动轨迹滤波算法的装置一实施例的正视图和俯视图。在本实施例中,该用于测试运动轨迹滤波算法的装置包含:紫外反光片0、运动目标控制装置1、拍摄装置2、激光器3、激光器移动控制架4以及控制组件。紫外反光片0可反射紫外光,作为运动轨迹滤波算法的处理目标,在本实施例中紫外反光片0为白色圆

形;运动目标控制装置1用于控制紫外反光片0进行移动。拍摄装置2用于拍摄所述紫外反光片0,拍摄装置2具有摄像头,镜头上装有紫外滤光片,只有紫外光才能被摄像头识别,拍摄装置2具有摄像头以及摄像头固定杆,镜头上装有紫外滤光片,只有紫外光才能被摄像头识别,摄像头通过固定杆固定于紫外反光片0(也即运动目标控制装置1)的上方,固定角度进行拍摄。激光器3用于发出紫外激光照射紫外反光片0;激光器移动控制架4,用于固定安装所述激光器3,并移动所述激光器3,从而调整所述激光器3的照射位置。在本实施例中,激光器3的照射方向为:朝向运动目标控制装置1进行照射,且与竖直向下方向成一锐角。

[0042] 控制组件,分别电性连接拍摄装置2和激光器3,用于对拍摄装置2实时回传的图像中运动目标位置进行提取,并按照动态时延对运动目标的工作空间坐标信息进行卡尔曼滤波,以预测紫外反光片0的位置后,并与紫外反光片0的实际位置进行对比,从而获取对卡尔曼滤波器进行动态步数补偿滤波效果的验证。该预设的基于动态步数补偿的卡尔曼滤波方法即为要进行测试的方法,其可以通过控制组件上的预留进行接口烧录,在本发明的另一实施例中也可以通过无线传输的方式进行烧录。应当理解的是,紫外反光片0的位置,相当于激光器在紫外反光片0上的照射投影点的位置。

[0043] 同时参考图6,运动目标控制装置1包括第一固定支架13、第二固定支架14、紫外反光片0载体、第一载体丝杆12以及第二载体丝杆11,第一载体丝杆12分别穿过第一固定支架13上两侧的固定孔而可转动的固定于固定孔中,第二载体丝杆11分别穿过第二固定支架14上两侧的固定孔而可转动的固定于固定孔中,第一载体丝杆12穿过紫外反光片0载体以将紫外反光片0载体固定在第一载体丝杆12上,第二载体丝杆11穿过第一固定支架13以将第一固定支架13固定在第二载体丝杆11上;第一载体丝杆12与第二载体丝杆11垂直且二者所在平面水平,且第一载体丝杆12与激光器3的射线方向垂直;

[0044] 第一载体丝杆12的一端穿过第一固定支架13上的固定孔后连接第三电机15的转动轴,第三电机15固定在第一固定支架13上,第三电机15用于在转动时带动第一载体丝杆12在固定孔内旋进或旋出,从而带动紫外反光片0载体以及紫外反光片0一起在水平方向上直线移动;

[0045] 第二载体丝杆11的一端穿过第二固定支架14上的固定孔后连接第四电机16的转动轴,第四电机16用于在转动时带动第二载体丝杆11在固定孔内旋进或旋出,从而带动紫外反光片0载体、紫外反光片0、第一固定支架13以及第三电机15一起在水平方向上直线移动,本段中的直线运动与前一段中的直线运动二者垂直,且均在水平面内运动。

[0046] 激光器移动控制架4具有水平丝杆41、竖直丝杆42以及一个激光器固定架43,水平丝杆41的两端分别穿过两侧固定壁上的固定孔而水平设置,水平丝杆41穿过激光器固定架43以将固定架固定在水平丝杆41上,水平丝杆41的一端穿过固定孔后连接第二电机45的转动轴,第二电机45用于在转动时带动水平丝杆41在固定孔内旋进或旋出,从而带动激光器固定架43在水平方向上直线移动,水平丝杆41平行于第一载体丝杆12且垂直于第二载体丝杆11;

[0047] 激光器固定架43的中间部分在竖直方向是中空的,上、下方均具有固定壁46,竖直丝杆42位于中空的部分,上、下端分别穿过上、下方的固定壁46上的固定孔,竖直丝杆42在所述中空部分对应处上固定一滑台47,滑台47上固定所述激光器3,水平丝杆41的一端穿过固定孔后连接第一电机48的转动轴,第一电机48用于在转动时带动竖直丝杆42在固定孔内

旋进或旋出,从而带动激光器固定架43在竖直方向上直线移动。

[0048] 第一电机48、第二电机45、第三电机15以及第四电机16分别连接电机驱动器,电机驱动器连接所述控制组件,以在控制组件的控制下,控制所述第一电机48、第二电机45、第三电机15以及第四电机16的工作状态。且第一电机48、第二电机45、第三电机15以及第四电机16为步进电机。

[0049] 其中,在本发明中,用于对拍摄装置2实时回传的图像中运动目标位置进行提取,并按照动态时延对运动目标的工作空间坐标信息进行卡尔曼滤波,以预测紫外反光片0的位置后,并与紫外反光片0的实际位置进行对比,从而获取对卡尔曼滤波器进行动态步数补偿滤波效果的验证具体包括:

[0050] 第一电机48、第二电机45、第三电机15以及第四电机16为步进电机,控制器通过输出电脉冲完成对步进电机转动的控制;

[0051] 控制组件根据拍摄装置拍摄的运动目标控制装置1上的紫外反光片0的图像进行预设的卡尔曼滤波器进行动态步数补偿,得到紫外反光片0上基准点的运动轨迹作为实际位置,所述基准点的预测位置通过控制脉冲的总数量得到,从而根据控制脉冲的总数量与实际位置之间的线性程度来判断卡尔曼滤波器进行动态步数补偿的滤波效果。控制脉冲的总数量是指当步进电机控制紫外反光片0沿着某一方向移动时,控制脉冲的总数量为原本的总数量加上沿着所述某一方向新移动的数量,当电机控制紫外反光片0沿着所述某一方向反向移动时,控制脉冲的总数量为原本的总数量减去沿着所述某一方向新移动的数量。

[0052] 例如,步进电机控制器每收到来自单片机的3000个脉冲便控制42步进电机旋转一圈,激光器所在滑台会随之移动1.5cm。激光投影点便会有相应的位置变化。使用脉冲方向向量和像素点方向向量(即基准点的位移向量)来举例说明。经测试得到X方向(沿着第一载体丝杆方向)上每3000个脉冲对应1个像素点,Y方向(沿着第二载体丝杆方向)上每3000个脉冲对应1.5个像素点,若控制器输出一脉冲方向向量

[0053] $P = (6000, 0, 9000)$ (1)

[0054] 以激光器3的照射方向与竖直向下方向成一锐角 $\alpha = 60^\circ$ 为例,故激光投影点在地面坐标系X轴方向上的运动与激光器3在X轴方向上的投影相同,即满足以下关系

[0055] $x_2 = x_1$; (2)

[0056] 其中 x_2 代表激光投影点对应地面坐标系的X轴坐标, x_1 为激光器对应地面坐标系的X轴坐标。

[0057] 激光投影点在Y方向上的运动与激光器在Z轴方向上的关系为:

[0058] $|y_1 - y_2| = |z_1 - z_2| \tan \alpha$; (3)

[0059] 其中 y_1 、 z_1 分别代表激光器对应地面坐标系的Y轴、Z轴坐标, y_2 、 z_2 分别代表激光投影点对应地面坐标系的Y轴、Z轴坐标。将式(3)带入式(1)、(2)中,由于像素点位置必须取整,故可以得到目标在摄像头投影平面中移动的像素点方向向量

[0060] $D = (2, 8, 0)$;

[0061] 由此便可以建立控制脉冲总数与目标位置之间的映射关系,理论上基于动态步数补偿的卡尔曼滤波方法最佳时,该映射关系为线性关系。

[0062] 上面结合附图对本发明的实施例进行了描述,但是本发明并不局限于上述的具体实施方式,上述的具体实施方式仅仅是示意性的,而不是限制性的,本领域的普通技术人员

在本发明的启示下,在不脱离本发明宗旨和权利要求所保护的范围情况下,还可做出很多形式,这些均属于本发明的保护之内。

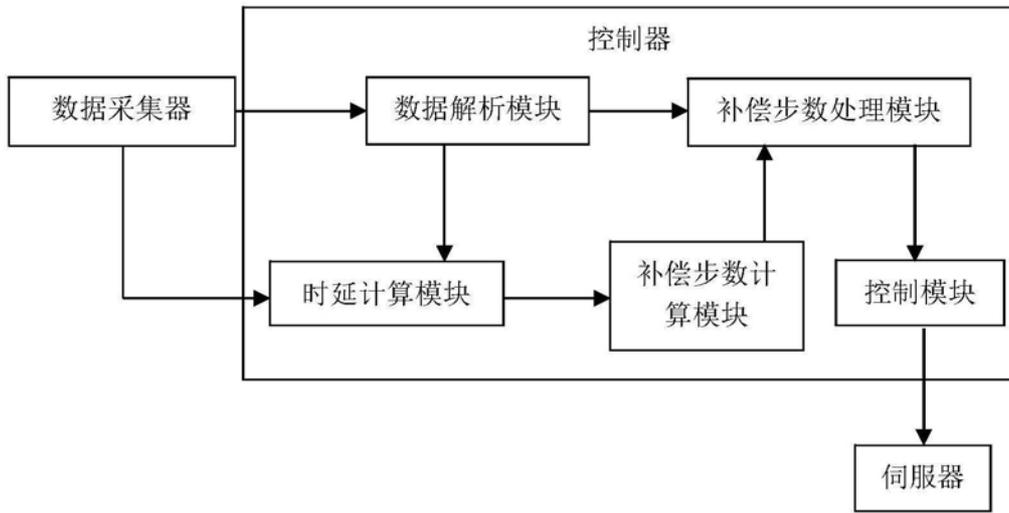


图1



图2

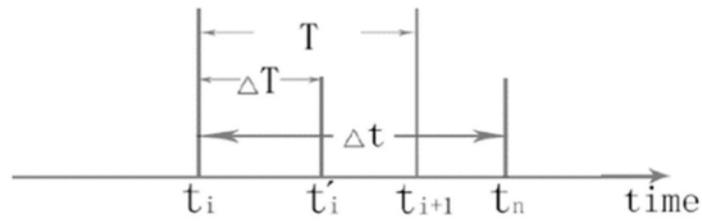


图3

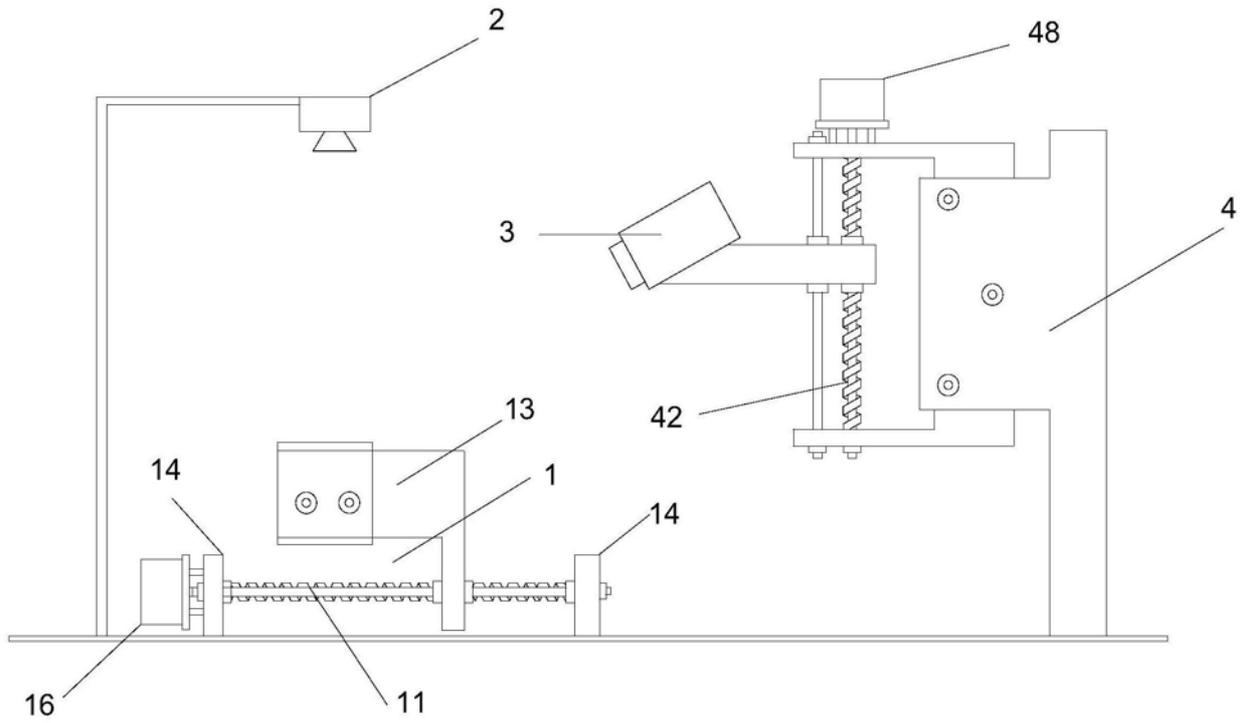


图4

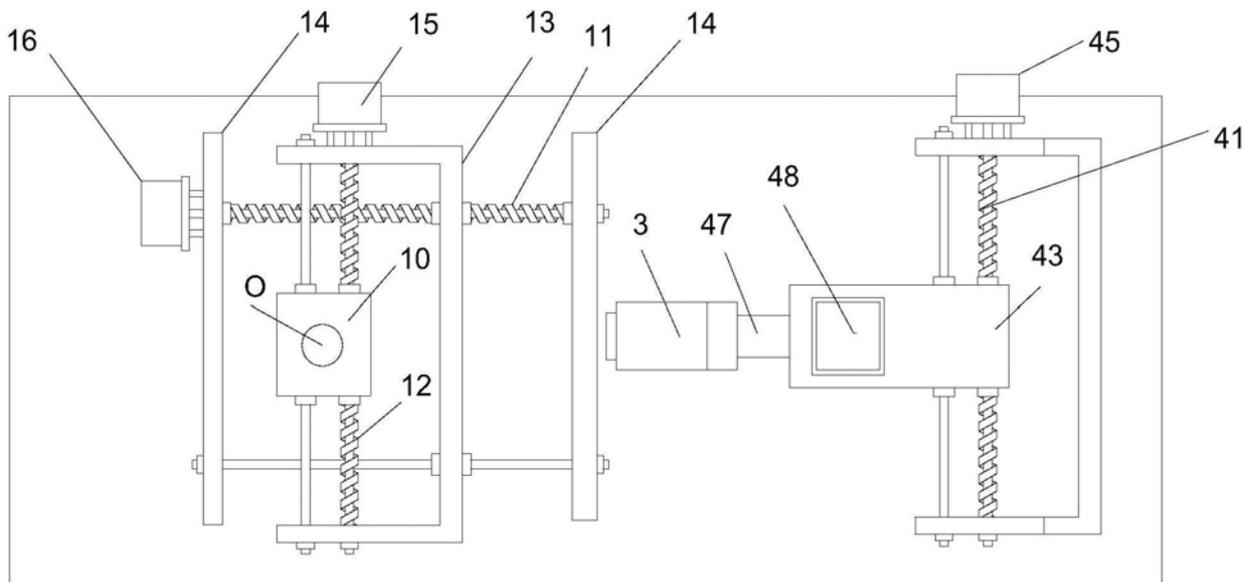


图5

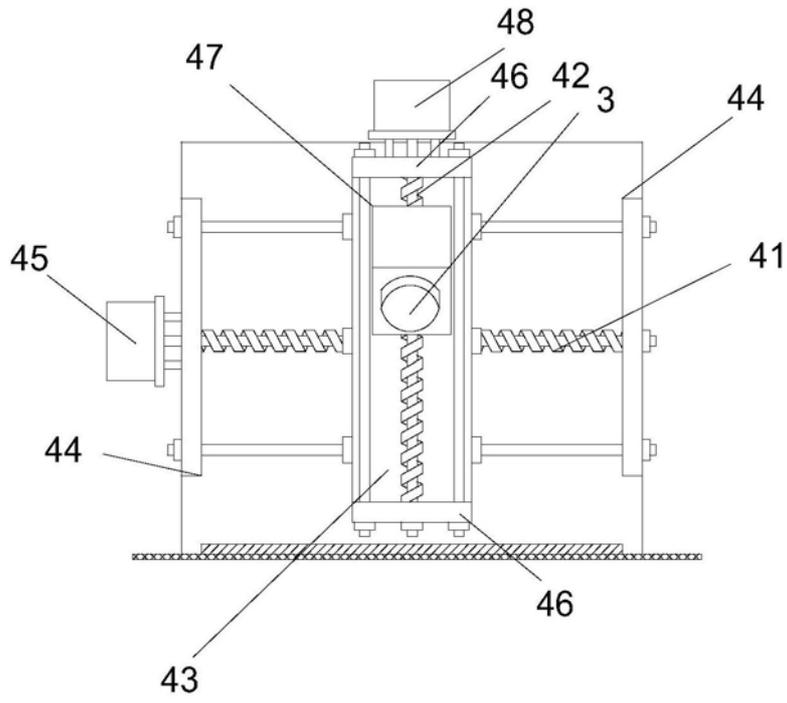


图6