



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111736633 B

(45) 授权公告日 2021.08.06

(21) 申请号 202010520625.6

审查员 杨潘云

(22) 申请日 2020.06.09

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111736633 A

(43) 申请公布日 2020.10.02

(73) 专利权人 南京航空航天大学

地址 210016 江苏省南京市秦淮区御道街
29号

(72) 发明人 司马怡聘 王书钰 安阳

(74) 专利代理机构 南京苏高专利商标事务所

(普通合伙) 32204

代理人 柏尚春

(51) Int. Cl.

G05D 3/12 (2006.01)

G01B 11/00 (2006.01)

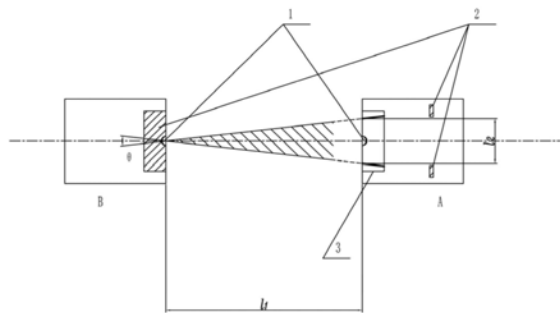
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于光的双折射现象的位姿调控方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于光的双折射现象的位姿调控方法,包括以下步骤:(1)两车停止原有运动,A车行进至B车后方并在预设直线距离处停下;(2)B车打开激光发生器并原地转动,两车之间形成三角形激光信号域;(3)A车在原地向两侧转动使两车相对角度不断变化,若A车达到理想对接位置则接收到位姿调节成功的信号,A车停转并对B车发出停转的信号,位姿调节结束;(4)若未达到,则A车左右平移,重复步骤(3)。本发明利用光学校正装置代替计算机,保证一定位姿调控精度下,显著降低对硬件设备的要求。此外,本发明还能足够精确地为迭代算法提供有效的迭代初值,从而改善迭代算法的收敛性,提高收敛速度,减少算法的计算量。



1. 一种基于光的双折射现象的位姿调控方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1) 需要进行对接的A车和B车停止原有运动,A车行进至B车后方并在与B车保持预设直线距离处停下;所述预设直线距离 l_1 满足以下条件:

$$\tan\left(\frac{\theta}{2}\right) = \frac{l_2}{2l_1}$$

式中, θ 表示双轴晶体两光轴方向所成角度; l_2 表示理想位姿状态下激光在双轴晶体上入射点间的最大距离;

(2) B车打开其上的激光发生器(1)并开始以双轴晶体(3)的两光轴方向所成角度 θ 为最大转角原地转动,在A车与B车之间形成三角形的激光信号域;

(3) A车在原地向两侧转动使两车的相对角度不断发生变化,若A车达到理想对接位置则接收到位姿调节成功的控制信号,则A车停止转动并随即打开其上的激光发生器(1)产生对B车的控制信号,使B车停止转动,两车对接前的位姿调节结束;

所述A车前部固定连接一个双轴晶体(3),且双轴晶体(3)后在两条理想出射光路上的适当位置分别布置一个含有光敏电阻(2)的控制电路支路,两个支路共同构成控制信号发生电路;

当B车上的激光发生器(1)发出的激光在一个转动周期内相继沿两光轴方向入射,且穿过A车的双轴晶体(3)后到达光敏电阻(2),将两支路均导通时,控制信号发生电路导通,产生控制信号;

(4) 若A车未达到理想的对接位置,则A车在左右方向上平移一段距离,重复步骤(3),直到A车达到理想的对接位置。

2. 根据权利要求1所述的基于光的双折射现象的位姿调控方法,其特征在于:步骤(1)中,所述A车前部和B车后部均设有距离传感器,通过距离传感器来确认两车到达预设直线距离处。

3. 根据权利要求1所述的基于光的双折射现象的位姿调控方法,其特征在于:步骤(2)中,所述两光轴方向所成角度为 θ 的双轴晶体(3)根据位姿调控精度要求来选定,且调控精度随角度 θ 的减小而提高。

4. 根据权利要求1所述的基于光的双折射现象的位姿调控方法,其特征在于:步骤(3)中,所述A车以前后方向的轴线为基准在原地向两侧转动,并且A车向两侧转动的最大转角均不超过 90° 。

5. 根据权利要求1所述的基于光的双折射现象的位姿调控方法,其特征在于:当透过所述双轴晶体(3)的光照强度达到光强预设值时,被照射的光敏电阻(2)所在的支路被导通,否则断开。

6. 根据权利要求5所述的基于光的双折射现象的位姿调控方法,其特征在于:所述光强预设值为激光沿光轴方向入射到达A车配备的光敏电阻(2)时的光照强度。

7. 根据权利要求1所述的基于光的双折射现象的位姿调控方法,其特征在于:所述控制信号发生电路中设置保持器,保持器使支路导通状态保持一定时间 T_A ,并设置 T_A 大于B车的转动周期 T_B 。

一种基于光的双折射现象的位姿调控方法

技术领域

[0001] 本发明属于定位导航与控制技术,具体涉及一种基于光的双折射现象的位姿调控方法。

背景技术

[0002] 对接位姿调控技术可以使两辆智能车在空间位置上贴近并在结构上结合,是目前航天器及汽车行业研究的热点问题,而在对接时车辆通过位置追踪进行定位导航和通过位姿解算校正自身位置是关键性问题。

[0003] 当前的相关技术主要包括图像采集处理技术和视觉测量计算技术。基于相机的视觉传感器可获取最原始的视觉图像。初始的图像信息被图像采集系统转化为数字信号,该数字信号被依次发送至图像处理系统和计算机。数字图像经处理系统的专用硬件处理后,可得到程序所需的参数信息例如颜色、纹理、边缘等,再传输到计算机中进行计算。

[0004] 在应用于机器人或车辆的对接技术中,通常先获取对应于对接目标的视觉标识,然后根据摄像头的视觉校准参数和所捕获的视觉信息获得被控制对象与视觉标识之间的距离及角度。依据计算所得的距离和角度以及视觉标识与对接目标之间的位置关系,确定对接目标与被控物体之间的距离和角度,并相应地规划被控制物体的行进路径。

[0005] 在应用于航天器的交会对接技术中,一般在跟踪航天器上安装CCD摄像机,并于目标航天器上安装具有已知几何形状和尺寸的光学特征设备。通过分析和计算CCD上的特征设备的成像,确定目标航天器与跟踪航天器之间的姿态和相对位置。将求解相对姿态参数的问题转换为非线性优化问题,并在计算机上使用诸如Levenberg-Marquardt算法之类的优化算法来解决非线性优化问题。

[0006] 传统的基于视觉计算的对接姿态调控技术虽然可以达到较高的控制精度,但是对受控对象携带的硬件设备提出了较高的要求。扫描仪、摄像机、数字相机以及可以执行实现算法所需的计算机均为其需要配备的装置。另外,对于视觉测量迭代算法,迭代初始值的选择可以在很大程度上影响迭代算法的收敛性、收敛速度以及迭代精度。较差的初始值甚至可能导致无法获得收敛的计算结果从而致使算法失效。

发明内容

[0007] 发明目的:本发明的目的在于提供一种利用光学校正代替计算机计算,在保证一定的位姿调控精度的前提下,还能显著降低对硬件设备要求,能够为利用基于迭代算法进行相对位姿参数计算的视觉技术确定最优解提供可靠有效的初值位置的基于光的双折射现象的位姿调控方法。

[0008] 技术方案:本发明的基于光的双折射现象的位姿调控方法,包括以下步骤:

[0009] (1) 需要进行对接的A车和B车停止原有运动,A车行进至B车后方并在与B车保持预设直线距离处停下;

[0010] (2) B车打开其上的激光发生器并开始以双轴晶体的两光轴方向所成角度 θ 为最大

转角原地转动,在A车与B车之间形成三角形的激光信号域;

[0011] (3) A车在原地向两侧转动使两车的相对角度不断发生变化,若A车达到理想对接位置则接受到位姿调节成功的控制信号,则A车停止转动并随即打开其上的激光发生器产生对B车的控制信号,使B车停止转动,两车对接前的位姿调节结束;

[0012] (4) 若A车未达到理想的对接位置,则A车在左右方向上平移一段距离,重复步骤(3),直到A车达到理想的对接位置。

[0013] 步骤(1)中,所述预设直线距离 l_1 满足以下条件:

$$[0014] \quad \tan\left(\frac{\theta}{2}\right) = \frac{l_2}{2l_1}$$

[0015] 式中, θ 表示双轴晶体两光轴方向所成角度; l_2 表示理想位姿状态下激光在双轴晶体上入射点间的最大距离。

[0016] 步骤(1)中,所述A车前部和B车后部均设有距离传感器,通过距离传感器来确认两车到达预设直线距离处。

[0017] 步骤(2)中,所述两光轴方向所成角度为 θ 的双轴晶体根据位姿调控精度要求来选定,且调控精度随角度 θ 的减小而提高。

[0018] 步骤(3)中,所述A车以前后方向的轴线为基准在原地向两侧转动,并且A车向两侧转动的最大转角均不超过 90° 。

[0019] 所述A车前部固定连接一个双轴晶体,且双轴晶体后在两条理想出射光路上的适当位置分别布置一个含有光敏电阻的控制电路支路,两个支路共同构成控制信号发生电路。

[0020] 当B车上的激光发生器发出的激光在一个转动周期内相继沿两光轴方向入射,且穿过A车的双轴晶体后到达光敏电阻,将两支路均导通时,控制信号发生电路导通,产生控制信号。

[0021] 当透过所述双轴晶体的光照强度达到光强预设值时,被照射的光敏电阻所在的支路被导通,否则断开。

[0022] 所述光强预设值为激光沿光轴方向入射到到达A车配备的光敏电阻时的光照强度。

[0023] 所述控制信号发生电路中设置保持器,保持器使支路导通状态保持一定时间 T_A ,并设置 T_A 大于B车的转动周期 T_B 。

[0024] 有益效果:本发明与现有技术相比,其有益效果在于:(1)采用不借助摄像机、计算机等传统设备的 optical 手段实现被控对象的位姿调控,显著降低了对车载控制系统的硬件要求;(2)与基于迭代算法进行相对位姿参数计算的视觉技术配合使用,足够精确地为其提供有效的迭代初值,从而改善迭代算法的收敛性,提高收敛速度,减少算法的计算量;(3)具有类似于高通滤波器“滤波选频”的功能,周围环境的光线通过晶体后光强已不足以使光敏电阻所在电路产生响应,从而使得人工设置的一定功率的激光为特定的有效成分。

附图说明

[0025] 图1为本发明中A车与B车的位置关系示意图。

具体实施方式

[0026] 下面结合具体实施方式和说明书附图对本发明做进一步详细介绍。

[0027] 如图1所示,A车前部固连一块两光轴方向所成角度为 θ 的双轴晶体3及一个激光发生器1。双轴晶体3的两光轴方向在图中双轴晶体3内用加粗的实线表示。在双轴晶体3后两条理想出射光路上的适当位置分别布置一个含有光敏电阻2的控制电路支路,其中“理想出射光路”指当两车处于位姿调节成功的相对位置时,激光穿过晶体后出射光线的光路,且布置光敏电阻2位置时应考虑激光穿过晶体时出射光线与入射光线间存在一定错位。两支路共同构成控制信号发生电路,当且仅当两支路均导通时控制信号发生电路导通,产生控制信号。B车配备用以实现其以预设角度原地转动的步进电机,且B车后部也固连一个激光发生器1和含有光敏电阻2的控制信号发生电路。A、B两车上固定连接的激光发生器的出射方向始终与车前后方向轴线重合。

[0028] 本发明的基于光的双折射现象的位姿调控方法,包括以下步骤:

[0029] (1) 需要进行对接的A车和B车停止原有运动,A车行进至B车后方并在与B车保持预设直线距离处停下;A车前部和B车后部均设有距离传感器,通过距离传感器来确认两车到达预设直线距离处;并且预设直线距离 l_1 应满足以下条件:

$$[0030] \quad \tan\left(\frac{\theta}{2}\right) = \frac{l_2}{2l_1}$$

[0031] 式中, θ 表示双轴晶体两光轴方向所成角度,也即B车原地转动的预设转角; l_2 表示理想位姿状态下激光在双轴晶体上入射点间的最大距离。

[0032] (2) B车打开其上的激光发生器1并开始以预设角度 θ 为最大转角原地转动,在A车与B车之间形成三角形的激光信号域;通过设置步进电机的步距角使其驱动B车连续地做设定的原地定轴转动,设定以B车前后方向轴线为基准,B车向两侧的最大偏角均为 $\theta/2$ 。记B车转动周期为 T_B ;本实施例中,根据位姿调控精度要求,通过选择两光轴方向所成角度不同的双轴晶体3设定不同的角度 θ ,且调控精度随角度 θ 的减小而提高。

[0033] (3) A车在原地向两侧转动使两车的相对角度不断发生变化,若A车达到理想对接位置则接受到位姿调节成功的控制信号,则A车停止转动并随即打开其上的激光发生器1产生对B车的控制信号,使B车停止转动,两车对接前的位姿调节结束;在本实施例中,A车以前后方向的轴线为基准在原地向两侧转动,并且A车向两侧转动的最大转角均不超过 90° 。

[0034] 当接收到的光强达到预设值时,光敏电阻2所在支路导通,否则断开,A车光敏电阻2的光强预设值为B车发射激光沿光轴方向入射到达光敏电阻2时的光照强度,B车光敏电阻2的光强预设值为A车发射激光直接到达光敏电阻2时的光照强度。且对于“冲激式”光强变化,通过在控制电路中设置保持器使支路导通状态保持一定时间 T_A ,并设置 T_A 略大于 T_B 。当两车相对位姿达到对接要求时,B车发出激光能在其一个转动周期内相继沿两光轴方向入射到达A车晶体后的光敏电阻。由 T_A 略大于 T_B 保证相继接收到足够光强的两光敏电阻中,后受光照的电阻对应支路导通时先受光照的电阻对应支路仍处于导通状态,从而保证此时两支路均导通,也即A车控制信号发生电路导通。此时认为在精度误差允许范围内,两车相对位姿达到对接要求,产生控制信号使A车停止转动并打开激光发生器1产生使B车停转的控制信号。

[0035] (4) 若A车未达到理想的对接位置,则A车在左右方向上平移一段距离,重复步骤(3),直到A车达到理想的对接位置。预先设置A车每行进较小段距离即暂时停顿,且停顿时间大于A车做连续原地定轴转动的周期。

[0036] 在允许位姿调控精度存在可控误差的应用场景中,可运用本发明的光学手段实现被控对象的位姿调控,且与基于迭代算法进行相对位姿参数计算的视觉技术配合使用,为其确定最优解提供可靠有效的初值位置,并可设置激光的功率、晶体的类型和尺寸等以适应不同工作环境的需要。

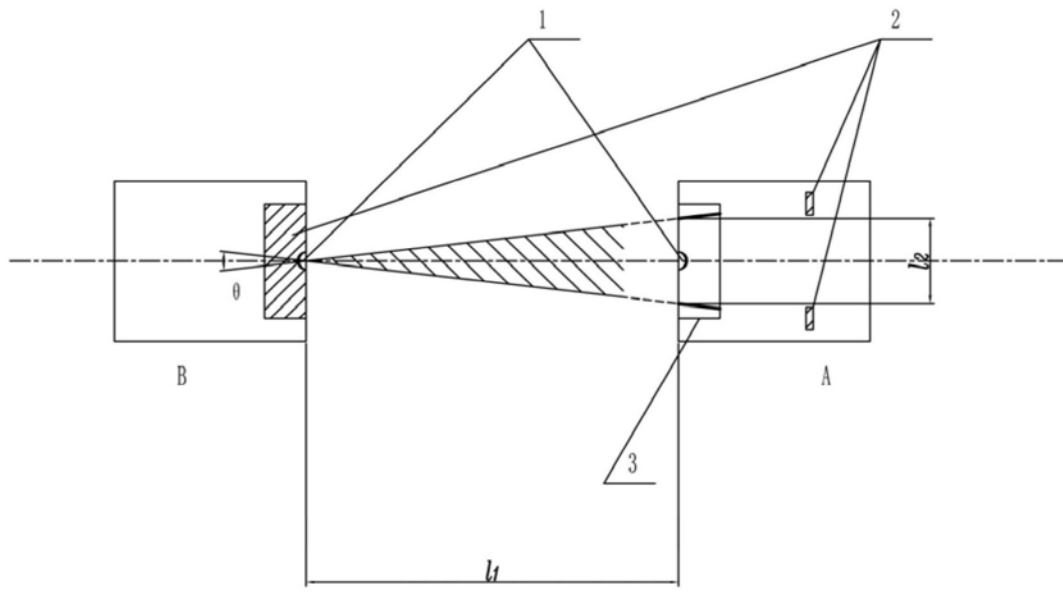


图1