



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110989571 A

(43)申请公布日 2020.04.10

(21)申请号 201910994608.3

(22)申请日 2019.10.18

(71)申请人 江苏金陵智造研究院有限公司

地址 210006 江苏省南京市秦淮区晨光路
29号中国航天科工南京晨光集团东门

(72)发明人 胡亚南 刘新新 王博 黄怡欣
阚凯 李鸿向

(74)专利代理机构 江苏圣典律师事务所 32237
代理人 苏一帜

(51)Int.Cl.

G05D 1/02(2020.01)

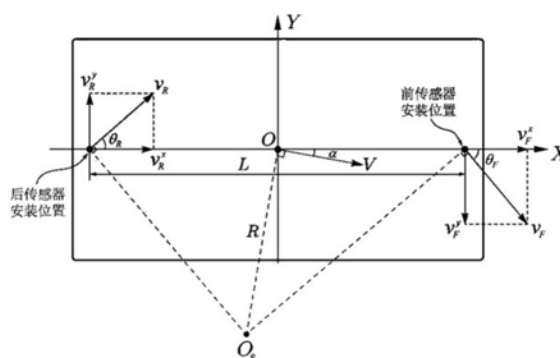
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

一种用于舵轮驱动型AGV的循迹控制方法

(57)摘要

本发明公开了一种用于舵轮驱动型AGV的循迹控制方法,首先分析了磁导航传感器与导引磁条的位置关系,提出纠偏策略;建立关于速度的几何方程,计算AGV车体的运动控制量;通过逆运动学方程得到舵轮的转速和转角控制量。本发明的优点是能够协同控制多组舵轮使AGV精确地跟踪导引路径,不仅适用于直线和曲线路径,而且对AGV的行驶速度和负载具有动态适应能力。



1. 一种用于舵轮驱动型AGV的循迹控制方法,其特征在于,所述控制方法基于AGV车体的局部坐标系,提出传感器的纠偏策略,通过分析AGV运动学模型得到AGV车体的运动控制量,通过逆运动学模型得到了各舵轮的驱动和转向控制量,使得AGV可以精确地跟踪导引路径。

2. 根据权利要求1所述的一种用于舵轮驱动型AGV的循迹控制方法,其特征在于,所述控制方法包括以下步骤:

步骤1,建立AGV车体的局部坐标系;

步骤2,将磁导航传感器布置在AGV车体的前后两端,基于AGV车体参考点相对于磁导航传感器的横向距离偏差和角度偏差,设计磁导航传感器反馈的纠偏策略;

步骤3,基于运动学分析得到AGV车体的运动控制量,通过逆运动学方程得到舵轮的转速和转角控制量。

3. 根据权利要求2所述的一种用于舵轮驱动型AGV的循迹控制方法,其特征在于,所述步骤2具体为:

步骤2.1,采用两个磁导航传感器进行导航,磁导航传感器沿AGV车体纵向对称安装在前后两端,间距为L;

步骤2.2,根据两个磁导航传感器的安装位置和测量输出计算出AGV车体参考点相对于磁条的横向距离偏差和角度偏差;

步骤2.3,所述纠偏策略为 $v_i^y = f(d_i)$, 其中 v_i^y 为传感器安装位置处的横向速度, $i = F$ 和 R ; 直线路径下 f 为比例函数, 即 $f(x) = k_P x$, k_P 为比例系数, 曲线路径下 f 为比例积分函数, 即 $f(x) = k_P x + k_I \int x dt$, k_I 为积分系数;

步骤2.4, 计算磁导航传感器安装位置处的合成速度与车体纵轴的夹角 $\theta_i = \text{atan}(v_i^y / v_i^x)$, 其中 $i = F$ 和 R 。

4. 根据权利要求3所述的一种用于舵轮驱动型AGV的循迹控制方法,其特征在于,所述步骤3具体为:

步骤3.1, 计算AGV车体的转向中心 O_s 在车体坐标系 OXY 中的局部坐标 (x, y) , 其几何关系见式(1), 求得转向中心 O_s 的坐标值,

$$\begin{cases} \tan(\theta_F) = \frac{L/2 - x}{y} \\ \tan(\theta_R) = \frac{L/2 + x}{y} \end{cases} \quad (1)$$

步骤3.2, 计算AGV控制参数: 转向半径 $R = \sqrt{x^2 + y^2}$, 线速度方向角 $\alpha = \text{atan}(x/y)$, 线速度 $V = v / \cos(\alpha)$ 。

5. 根据权利要求3所述的一种用于舵轮驱动型AGV的循迹控制方法,其特征在于,所述步骤1中建立的AGV车体局部坐标系具体为: 局部坐标系 OXY 相对于AGV车体固定, X 轴沿AGV纵向中线, Y 轴沿AGV横向的中线, 坐标原点 O 点位于AGV车体的中心。

一种用于舵轮驱动型AGV的循迹控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于AGV(自动导引车)运动控制技术领域,更具体的,是涉及一种可实现多舵轮驱动型AGV自动跟踪导引路径的循迹方法。

背景技术

[0002] AGV(自动导引车)是一种采用电磁或光电等导航传感器沿设定路径自动行驶的轮式移动机器人,常用的导引路径为磁条或者色带。多舵轮驱动型AGV采用多组舵轮作为驱动机构,能够通过多组舵轮的协同运动实现期望的车体运动,其承载能力强,运动灵活,在航空航天、轨道交通等工业领域有广泛的需求。

[0003] 现有的循迹控制方法主要针对差速驱动型AGV或两舵轮驱动型AGV,适用于多舵轮驱动型AGV的较少,在使用时容易受AGV车的型号、结构的局限。本发明的方法能够解决多舵轮驱动型AGV的循迹控制问题,使AGV在精确跟踪导引路径的同时保证舵轮满足运动学约束,能够有效避免轮组间的运动不协调或者干涉,提高AGV的运动效率和控制精度。

[0004] 公开该背景技术部分的信息仅仅旨在增加对本发明的总体背景的理解,而不应当被视为承认或以任何形式暗示该信息构成已为本领域一般技术人员所公知的现有技术。

发明内容

[0005] 针对上述技术问题,本发明的目的在于提供一种用于舵轮驱动型AGV的循迹控制方法,提出传感器的纠偏策略,通过分析AGV运动学模型得到AGV车体的运动控制量,通过逆运动学模型得到了各舵轮的驱动和转向控制量,使得多舵轮AGV可以精确地跟踪导引路径。

[0006] 舵轮驱动型AGV的循迹控制方法主要包括三个步骤:步骤1,基于传感器反馈的纠偏策略;步骤2,基于运动学分析得到AGV车体的运动控制量;步骤3,通过逆运动学方程得到舵轮的转速和转角控制量。

[0007] 优选地,上述控制方法中,正运动学和逆运动学分析均基于AGV车体的局部坐标系,变量间的数学关系与AGV状态独立,不受其影响。

[0008] 优选地,上述控制方法中,传感器纠偏控制策略采用比例或比例积分控制函数。

[0009] 与现有控制方法相比,本发明具有如下优点:该控制方法通过运动学分析和几何分析,能够精确地控制循迹偏差,通过调节参数适应不同的车速和负载,既可用于直线路径,也可用于圆弧等曲线路径。通过将AGV车体的循迹控制与舵轮的运动控制解耦,能够扩展到任意轮组数量的舵轮驱动型AGV。

附图说明

[0010] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0011] 图1是本发明方法中建立的AGV小车局部坐标示意图；

[0012] 图2至图4是本发明方法循迹过程中的AGV小车对应的状态坐标示意图。

具体实施方式

[0013] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将以直线路径循迹为例对本发明的技术方案进行详细的描述。显然，所描述的实施例仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所得到的所有其它实施方式，都属于本发明所保护的范围。

[0014] 本发明提供的用于舵轮驱动型AGV的循迹控制方法，所述控制方法基于 AGV车体的局部坐标系，提出传感器的纠偏策略，通过分析AGV运动学模型得到AGV车体的运动控制量，通过逆运动学模型得到了各舵轮的驱动和转向控制量，使得AGV可以精确地跟踪导引路径。

[0015] 所述控制方法包括以下步骤：

[0016] 步骤1，建立AGV车体的局部坐标系；图1是说明本发明方法的示意图，其中AGV车体的局部坐标系OXY相对于AGV固定，X轴沿AGV纵向，Y轴沿AGV横向。

[0017] 步骤2，将磁导航传感器布置在AGV车体的前后两端，基于AGV车体参考点相对于磁导航传感器的横向距离偏差和角度偏差，设计磁导航传感器反馈的纠偏策略；

[0018] 步骤3，基于运动学分析得到AGV车体的运动控制量，通过逆运动学方程得到舵轮的转速和转角控制量。

[0019] 磁导航传感器可测量自身中心相对于磁条中心线的横向偏移距离，其输出为带符号的连续数值。AGV导航中通常采用两个磁导航传感器进行导航，其沿 AGV车体纵向对称安装，间距为L，如图1所示。根据两个传感器的安装位置和测量输出能够计算出AGV车体参考点相对于磁条的横向距离偏差和角度偏差（角度偏差定义为车体纵轴与磁条的夹角，角度方向沿顺时针为正）。AGV的循迹控制即控制轮组的运动使车体的横向偏移量和偏转角度始终保持在一个误差范围内从而实现路径跟踪。

[0020] 前后磁导航传感器的输出分别为 d_F 和 d_R ，其符号规定如下：沿AGV运动方向，假设传感器中心在磁条左侧时符号为负，右侧时符号为正。

[0021] 当前后磁导航传感器的中心均恰好位于磁条中心线正上方时，输出都为0，此时是AGV控制的目标期望状态。由于AGV的行走过程通常采用速度控制，因此可直接通过控制线速度和角速度进行纠偏。当传感器输出不为零时，控制策略为 $v_i^y = f(d_i)$ ，其中 v_i^y 为传感器安装位置处的横向速度， $i=F$ 和 R ，如图1所示。直线路径下 f 为比例函数，即 $f(x) = k_P x$ ， k_P 为比例系数，曲线路径下 f 为比例积分函数，即 $f(x) = k_P x + k_I \int x dt$ ， k_I 为积分系数。

[0022] 由于传感器与AGV车体相对固定，其相对运动速度为零，因此传感器安装位置处的纵向速度满足 $v_F^x = v_R^x$ 。AGV沿导引路径的行驶速度 v 一般为给定值，因此本方法令 $v_F^x = v_R^x = v$ 。AGV反向行驶时可直接令 $v < 0$ ，此时本方法不需要额外考虑符号，仍然有效。

[0023] 计算传感器安装位置处的合成速度与车体纵轴的夹角 $\theta_i = \text{atan}(v_i^y / v_i^x)$ ，其中 $i = F$ 和 R 。

[0024] 计算AGV的转向中心 O_S 在车体坐标系OXY中的局部坐标 (x, y) ，其几何关系见式

(1)。通过解该二元一次方程可求得坐标值。

$$[0025] \quad \begin{cases} \tan(\theta_F) = \frac{L/2 - x}{y} \\ \tan(\theta_R) = \frac{L/2 + x}{y} \end{cases} \quad (1)$$

[0026] 计算AGV控制参数:转向半径 $R = \sqrt{x^2 + y^2}$, 线速度方向角 $\alpha = \arctan(x/y)$, 线速度 $V = v / \cos(\alpha)$ 。

[0027] 根据舵轮AGV的逆运动学方程计算各个舵轮的偏转角度和驱动速度。

[0028] 前后磁导航传感器的输出符号可以分为四种情况:前正后负、前负后正、前正后正、前负后负,这四种情况涵盖了AGV在循迹过程中的所有状态,下面分别对其进行分析以说明本发明的有效性。

[0029] 前正后负:如图2所示,此时 $v_F^y > 0$, $\theta_F > 0$, $v_R^y < 0$, $\theta_R < 0$,传感器在各自纠正自身的横向偏差。考虑AGV车体,其主要误差为角度偏差,角度偏差 < 0 ,而AGV车体角速度 > 0 ,因此可纠正角度偏差。

[0030] 前负后正:如图3所示,此时 $v_F^y < 0$, $\theta_F < 0$, $v_R^y > 0$, $\theta_R > 0$,传感器在各自纠正自身的横向偏差。考虑AGV车体,其纵轴与磁条夹角 > 0 ,而AGV车体角速度 < 0 ,因此可纠正角度偏差。

[0031] 前正后正:如图4所示,此时 $v_F^y > 0$, $\theta_F > 0$, $v_R^y > 0$, $\theta_R > 0$,传感器在各自纠正自身的横向偏差。考虑AGV车体,其主要误差为横向距离偏差,此时AGV车体参考点的横向速度分量与横向距离偏差方向相反,可纠正横向距离偏差。

[0032] 前负后负的情况与前正后正类似,不再赘述。

[0033] 具体实现该技术方案的方法和途径很多,以上仅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。本实施例中未明确的各组成部份均可用现有技术加以实现。

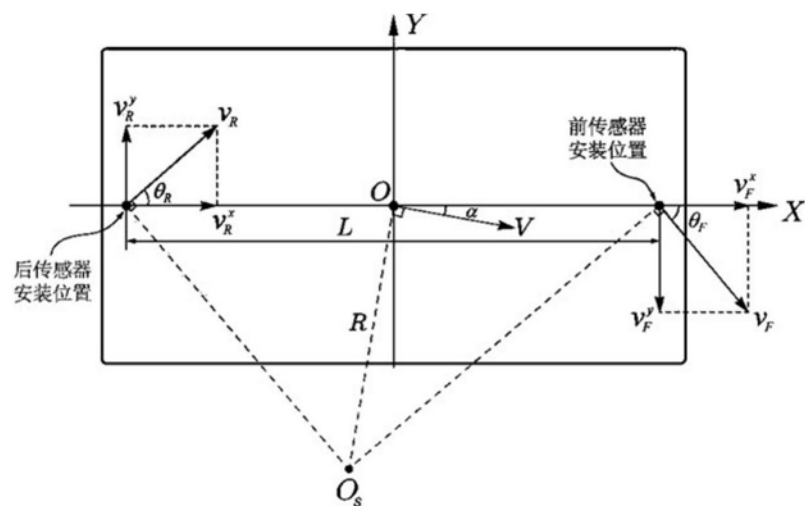


图1

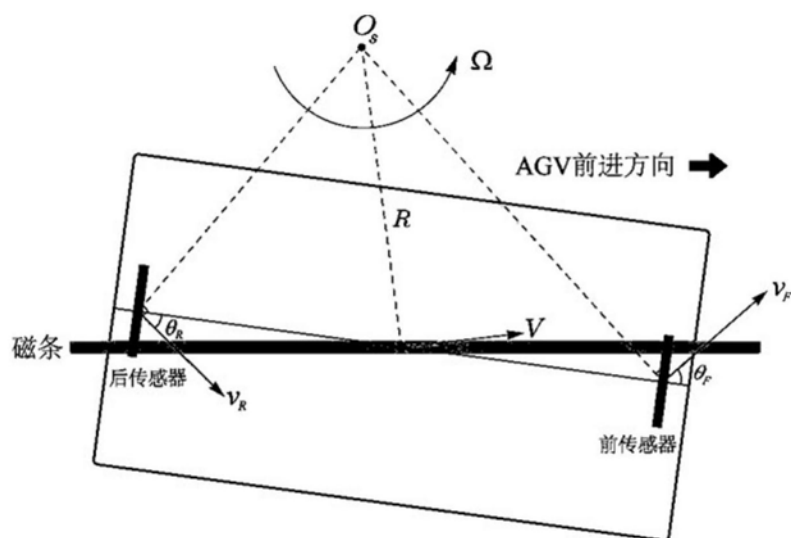


图2

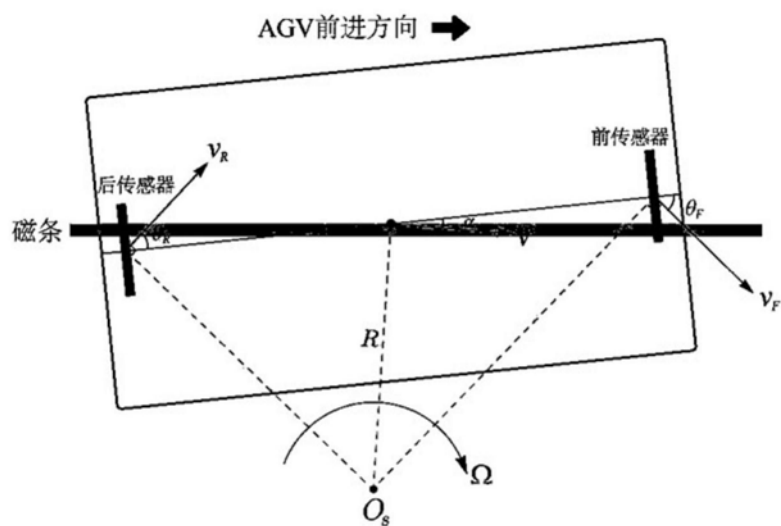


图3

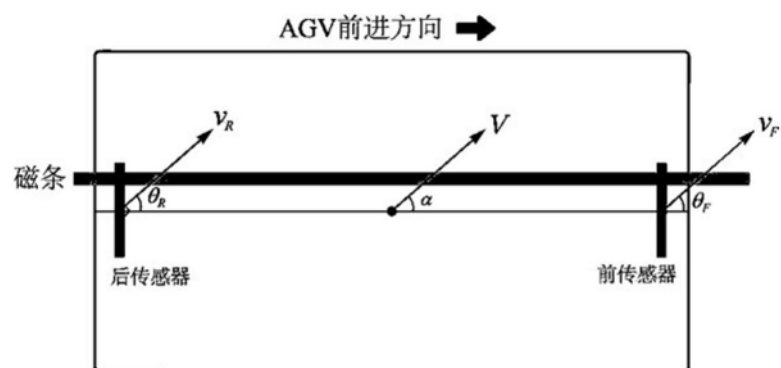


图4