doi:10.3772/j.issn.1002-0470.2021.12.008

基于偏差的纯追踪双舵轮停车 AGV 全向运动轨迹跟踪①

夏韵凯②* 张 征③* 蔡颖杰** 戚鸿斌* 姚富林* 周圣云*,**

(*浙江工业大学机械工程学院 杭州 310023)

(**深圳怡丰机器人科技有限公司 深圳 518116)

摘 要 提出了一种基于偏差的纯追踪双舵轮停车自动导引车(AGV)的全向运动轨迹跟踪算法。本文对全向双舵轮停车 AGV 进行了运动模型建模,设计了适合双舵轮全向驱动的运动控制方式。根据双舵轮停车 AGV 常规曲线运动与横移曲线运动的特点,提出了基于距离与角度偏差的纯追踪双舵轮停车机器人的全向运动轨迹跟踪。本文使用了 Python 对双舵轮停车机器人的运动控制与轨迹跟踪进行了数学建模并仿真,验证了设计方法的可行性。通过实验验证了基于偏差的纯追踪与纯追踪算法的控制比较,实验结果表明所提出的双舵轮全向轨迹跟踪具有良好的控制性能。

关键词 双舵轮停车自动导引车(AGV);轨迹跟踪;纯追踪;运动控制

0 引 言

随着国民生活水平的提高,城市的交通问题日益突出,特别是人员密集的大城市,停车难成为一种社会问题,一定程度上影响了社会的发展。近年来,自动导引车(automated guided vehicle,AGV)得到了快速发展,在自动化工厂与物流行业得到了广泛应用[1]。目前停车 AGV 作为智能停车库的组成部分,越来越受到社会的广泛关注[2]。

定位、轨迹跟踪与运动控制是 AGV 的核心技术[3-5]。轨迹跟踪是指移动机器人从已知的初始位姿状态开始,通过运动控制,使其能以预设的速度沿着已规划的一条几何路径行驶。常见的轨迹跟踪方法可分为预瞄式和非预瞄式[6-8]。预瞄式路径跟随通过比较机器人当前位姿与期望路径上预瞄点坐标的几何关系,对机器人转向系统进行控制从而使得 AGV 能沿着规划的路径行驶。非预瞄式控制方法主要根据机器人的当前位姿状态与理论的坐标点的偏差进行控制,从而使得移动机器人沿着规划的路径行驶。常见的非预瞄式控制方法主要有比例积分微分(progortional integral derivative, PID)控制、前馈-反馈控制[9]和模型预测控制[10-12]等。PID 是工业上常用的线性控制器,控制方法简单,但其控制参数需要经过大量实验试凑法获得,而且不同机器人的 PID 参数还有所区别,不适宜工业机器人的大量部署。前馈-反馈控制通过移动机器人运动参考路径曲率变化的干扰量进行运动控制量的补偿,但是该方法不适合在高速运动下的机器人,因为随着速度的提高,机器人将无法跟踪弯曲的道路[13]。纯追踪[14]是基于预瞄式系统控制,由于其稳定的性能,常用于无人驾驶汽车的轨迹控制。

目前的轨迹跟踪算法都是针对无人驾驶汽车或简单运动形式的移动机器人,无法直接应用于全向运动的双舵轮停车 AGV 轨迹跟踪。因此本文基于纯追踪预瞄式系统控制思想,提出了基于偏差的纯追踪双舵轮停车 AGV 全向运动轨迹跟踪。本文的主要工作内容包括以下四方面。

① 国家自然科学基金(51675485, 51775510)资助项目。

② 男,1993 年生,硕士生;研究方向:移动机器人运动控制;E-mail: 952985074@qq.com。

③ 通信作者,E-mail: zzhangme@zjut.edu.cn。

(收稿日期:2020-08-06)

(1) 针对双舵轮停车 AGV 建立了对应的运动模型,设计了双舵轮 AGV 的全向运动控制律。

(2) 在纯追踪算法的基础上提出了基于偏差的纯追踪双舵轮 AGV 全向运动轨迹跟踪算法。

(3) 通过 Python 对双舵轮停车 AGV 进行数学建模及仿真,成功验证了算法的可行性。

(4) 通过实车轨迹跟踪实验,验证了本文所提出控制模型与轨迹跟踪算法的有效性。

1 双舵轮停车 AGV 的运动控制

1.1 双舵轮运动模型

双舵轮停车 AGV 因为其驱动形式,除了普通的前进、后退、转弯、自旋运动外,还可以实现平移、横移,甚至组合运动以适应不同路径要求,环境适应性更强。

双舵轮停车的运动学模型示意图如图 1 所示,X-Y 为局部坐标系,两舵轮之间的轴距为 $2L$; α、α_1 和 α_2 分别为 AGV 的速度方向角、舵轮 1 的方向角和舵轮 2 的方向角(逆时针为正);v、v_1 和 v_2 分别为 AGV 的速度、舵轮 1 的速度和舵轮 2 的速度; $S_1(L, 0)$,$S_2(-L, 0)$ 分别是舵轮 1 与舵轮 2 在局部坐标系下的坐标。需要根据舵轮的运动参数求得 AGV 运动参考点 O 的速度 v 与角速度 ω。

$$\omega = \frac{v_{2y} - v_{1y}}{2L} = \frac{v_2\sin\alpha_2 - v_1\sin\alpha_1}{2L} \tag{1}$$

$$v_x = \frac{v_{1x} + v_{2x}}{2} = \frac{v_1\cos\alpha_1 + v_2\cos\alpha_2}{2} \tag{2}$$

$$v_y = \frac{v_{1y} + v_{2y}}{2} = \frac{v_1\sin\alpha_1 + v_2\sin\alpha_2}{2} \tag{3}$$

因此 AGV 的运动学模型可表示为

$$\begin{bmatrix}\dot{x}\\ \dot{y}\\ \dot{\theta}\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}\cos\theta & -\sin\theta & 0\\ \sin\theta & \cos\theta & 0\\ 0 & 0 & 1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}v_x\\ v_y\\ \omega\end{bmatrix} \tag{4}$$

其中 v_x、v_y 为运动参考点速度 v 的正交分解的速度。

1.2 双舵轮停车 AGV 的运动控制

常见的移动机器人控制律为$[v, \omega]^{\mathrm{T}}$,即通过控制机器人的线速度与角速度,从而实现机器人的运动控制,但其并不适用于本文的双舵轮停车 AGV 的运动控制。因此需要通过纯追踪算法获取能够控制双舵轮运行的控制律。本文将控制律设计为$[v,\alpha,\omega]^{\mathrm{T}}$,其中 v 为参考点的速度大小,α 为速度方向角,ω 为车体旋转角速度。通过此控制律,可以求解 AGV 中各个舵轮的转角和速度大小,从而实现 AGV 的全向运动控制。下面是已知控制律$[v,\alpha,\omega]^{\mathrm{T}}$ 的情况下,求解 AGV 两个舵轮的转角与速度。

从图 1 可知,所示 O' 为刚体的旋转中心,根据刚体运动的速度投影法[15]可得:

$$v_{1x} = v_{2x} = v_x = v\cos\alpha \tag{5}$$

其中,v_x 为参考点 O 处速度 v 在局部坐标系下正交分解得到的 X 轴方向分速度,v_{1x}与 v_{2x}分别为两舵轮速度 v_1 和 v_2 基于 AGV 局部坐标系正交分解得到的 X 轴方向的分速度。

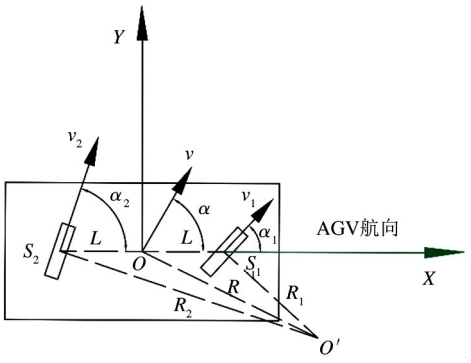


图 1 双舵轮局部坐标系运动示意图

由式(1)与式(3)建立方程组,可得:

$$\begin{cases} v_{1y} = v_y - \omega L \\ v_{2y} = v_y + \omega L \end{cases} \tag{6}$$

其中,v_y 为参考点 O 处速度 v 在局部坐标系下正交分解得到的 Y 轴方向分速度,v_{1y}与 v_{2y}分别为两舵轮速度 v_1 和 v_2 基于 AGV 局部坐标系正交分解得到的 Y 轴方向的分速度。

因此 AGV 2 个舵轮的速度与角速度可表示为

$$\begin{cases} v_1 = \sqrt{(v\cos\alpha)^2 + (v_y - \omega L)^2} \\ \alpha_1 = \arctan\left(\dfrac{v_y - \omega L}{v\cos\alpha}\right) \end{cases} \tag{7}$$

$$\begin{cases} v_2 = \sqrt{(v\cos\alpha)^2 + (v_y + \omega L)^2} \\ \alpha_2 = \arctan\left(\dfrac{v_y + \omega L}{v\cos\alpha}\right) \end{cases} \tag{8}$$

2 基于偏差的纯追踪路径跟踪

2.1 常规的纯追踪算法

纯追踪由于其简单稳定的控制算法,广泛应用于无人驾驶汽车与移动机器人中[16]。纯追踪是根据车辆与目标路径的几何关系,对车辆进行横向运动控制,从而实现轨迹跟踪。

将纯追踪算法应用于叉车 AGV 的运动控制时,以叉车从动轮中心 O_1 为切点,车辆纵向车身为切线,通过控制前轮偏角 θ,使车辆可以沿着一条经过预瞄点的圆弧行驶,叉车 AGV 运动过程的路径跟随过程如图 2 所示。其中,O 为 AGV 的运动圆周中心,O_1 为 AGV 叉车从动轮中心,O_2 为 AGV 预瞄的参考点,wb 为舵轮到参考点的距离,ld 为预瞄点与当前参考点的距离,$\Delta\alpha$ 为叉车与预瞄点的夹角,R_1 为叉车的运动半径。

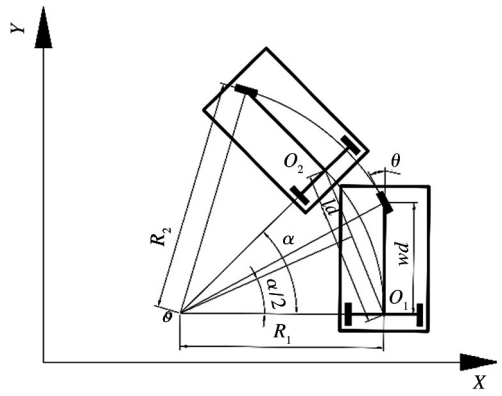


图 2 叉车纯追踪算法

根据几何关系不难得到叉车纯追踪的控制量表达式:

$$\frac{ld}{2} = R_1 \sin\left(\frac{\Delta\alpha}{2}\right) \tag{9}$$

$$ld = \frac{2wb \cdot \sin\left(\frac{\Delta\alpha}{2}\right)}{\tan\theta} \tag{10}$$

$$\theta = \arctan\left(\frac{2wb \cdot \sin\frac{\Delta\alpha}{2}}{ld}\right) \tag{11}$$

因此只需设置合理的 ld 值就能控制叉车运动。文献[17]已说明,预瞄参数 ld 与车速间存在一定数学关系:

$$ld = A \cdot v^2 + B \cdot v + C \tag{12}$$

其中,v 为车辆行驶速度,A、B、C 均为常数项。其中 A 可以表示为

$$A = \frac{1}{2a_{\max}}$$

$a_{\max}$ 为车辆最大制动加速度,B 表示车辆遇到异常情况时进行反应的车辆行驶距离,C 表示为车辆最小转弯半径。

2.2 基于偏差的双舵轮停车 AGV 的轨迹跟踪算法流程

叉车 AGV 由于运动形式的限制,其轨迹跟踪时的航向角只能与运行的路径相切,无法实现全向运动,而双舵轮停车 AGV 可以进行全向驱动。因此需要设计能够满足双舵轮停车 AGV 全向运动的轨迹跟踪算法。

双舵轮 AGV 全向轨迹跟踪算法的流程如图 3 所示,算法的具体流程描述如下。

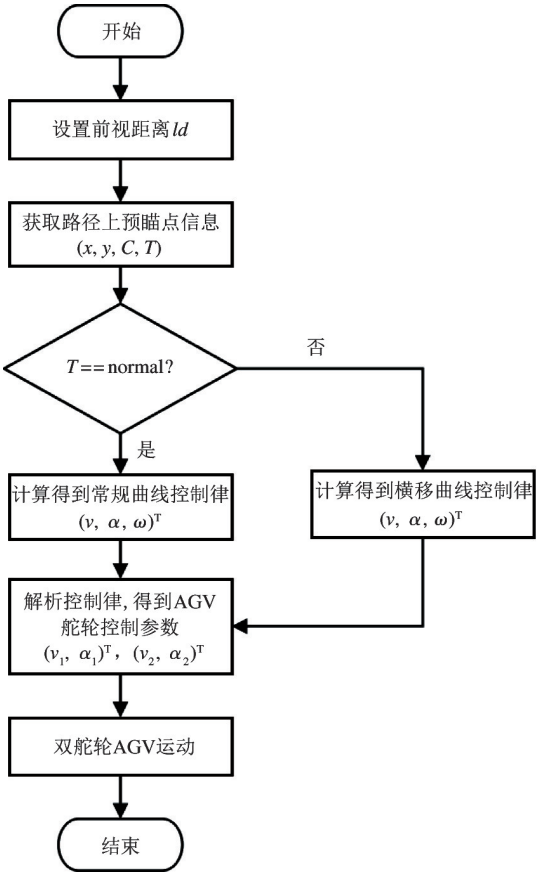


图 3 AGV 全向轨迹跟踪算法流程

(1) 设置前视距离 ld

图 2 中叉车 AGV 中的控制量是舵轮转角 θ,而本文设计的双舵轮 AGV 的控制量为 $[v, \alpha, \omega]^T$,因

此本文对纯追踪算法进行了修改。常规曲线运动控制原理如下文的图 5 所示。预瞄距离 ld 由式(12)确定,本文中 $A=0.25$, $B=0.1$, $C=350$ mm。预瞄距离 ld 用于计算路径上的预瞄点(G 点)。

(2) 获取路径上预瞄点信息

AGV 沿着设计的轨迹行走,通过前视距离与轨迹相交,得到预瞄点(G)。预瞄点的信息包括(x, y, v, C, T)。其中 x 与 y 为预瞄点位置信息;v 为轨迹的设定速度;C 为轨迹在预瞄点处的曲率;T 为轨迹的类型。有两类轨迹,其中 normal 表示常规曲线,另一类型为横移曲线。

(3) 判断路径类型并计算 AGV 控制律

根据轨迹类型 T 获取对应的曲线类型,当 T 为 normal 时使用下文的式(13)计算对应的控制律;当 T 不为 normal 时,使用下文的式(14)计算对应的控制律。

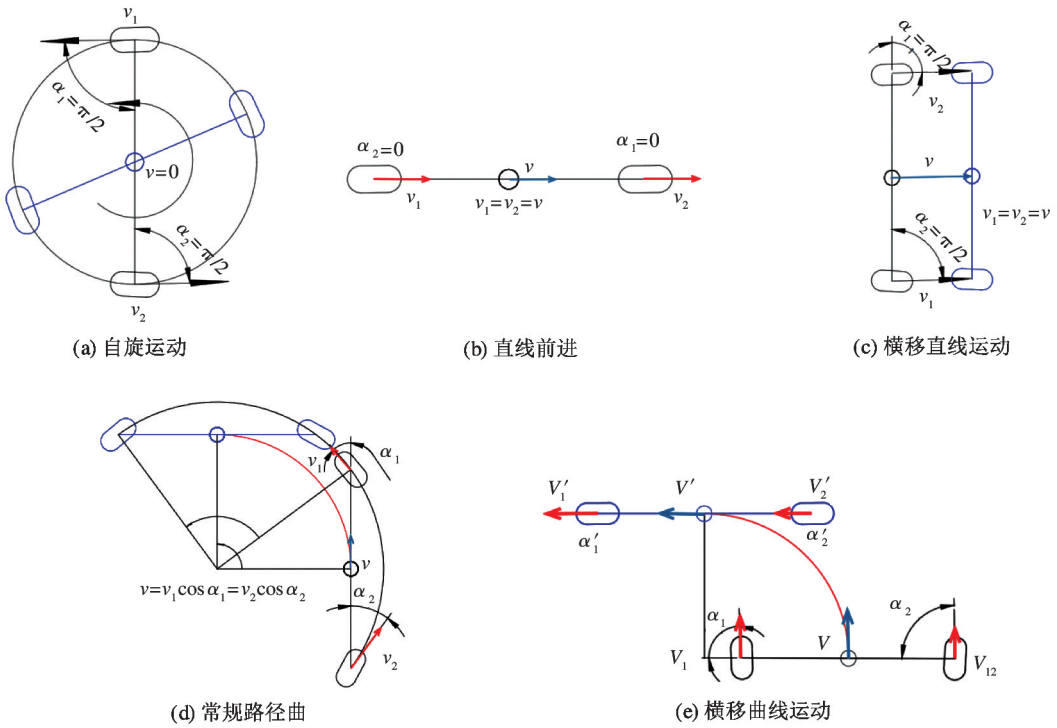
(4) 解析控制律得到控制 AGV 舵轮运动的参数

当得到对应的控制律后,将控制律带入式(7)与式(8)后即可得到控制 AGV 舵轮运动的参数(v_1, α_1)$^{\mathrm{T}}$、(v_2, α_2)$^{\mathrm{T}}$,实现双舵轮 AGV 的全向轨迹跟踪。

为了更好地分析本文提出的轨迹跟踪算法的运行效果,对实际使用的运动方式进行分析。双舵轮 AGV 的主要运动形式如图 4 所示,不同运动形态下两舵轮的角度与速度情况如表 1 所示。本文列举了 5 种运动形态,分别为自旋运动、直线前进运动、横移直线运动、常规曲线运动与横移曲线运动。表 1 中的变量与图 1 中的变量相同。

2.3　常规曲线轨迹跟踪

双舵轮AGV进行常规曲线运动时,AGV的航



(a) 自旋运动　(b) 直线前进　(c) 横移直线运动

(d) 常规路径曲　(e) 横移曲线运动

图 4　双舵轮 AGV 的运动形式

表 1　双舵轮 AGV 运动分析

运动形式	舵轮角度	舵轮速度	AGV 速度	AGV 角速度
自旋运动	$\alpha_1=\pi/2$, $\alpha_2=-\pi/2$	$v_1=v_2$	$v=0$	$\omega=(v_1+v_2)/(2L)$
直线前进运动	$\alpha_1=\alpha_2=0$	$v_1=v_2$	$v=v_1=v_2$	$\omega=0$
横移直线运动	$\alpha_1=\alpha_2=\pi/2$	$v_1=v_2$	$v=v_1=v_2$	$\omega=0$
常规曲线运动	$\alpha_1=-\alpha_2\neq0$	$v_1=v_2$	$v=v_1\cos\alpha_1=v_2\cos\alpha_2$	$\omega=v/R$
横移曲线运动	$\alpha_1=\alpha_2\neq0$	$v_1=v_2$	$v=v_1=v_2$	$\omega=0$

向角与规划路径相切,如图 5 所示。通过几何关系可知常规曲线轨迹的控制律为$[v,\ \alpha,\ \omega]^{\mathrm{T}}$。其中 v 为轨迹中设定的 AGV 运行速度,α 为双舵轮 AGV 的参考点相对全局路径地图速度方向,ω 为 AGV 的运动角速度。α 与 ω 通过式(13)可得。

$$\begin{cases} p = \sqrt{(c_x - p_x)^2 + (c_y - p_y)^2} \\ \alpha = \arctan\left(\dfrac{g_y - y}{g_x - x}\right) + k_\varphi \cdot p \\ \omega = \dfrac{v}{R} + k_\omega(c_\theta - p_\theta) \end{cases} \tag{13}$$

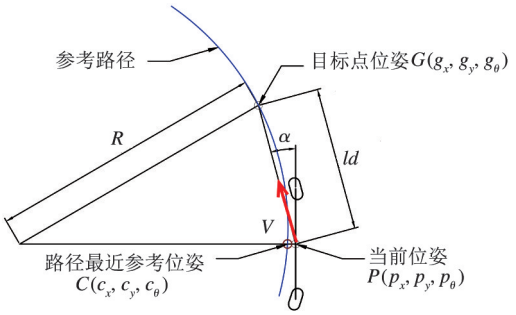


图 5　常规曲线路径跟踪原理图

为了更好地控制双舵轮 AGV 的运动,本文引入了偏差量控制参数 k_φ 与 k_ω。控制的偏差为 AGV 当前位姿与路径上最近位姿的位置偏差与角度偏差,通过调节 k_φ 与 k_ω 就能更好控制双舵轮 AGV 的常规曲线运动。

2.4　横移曲线轨迹跟踪

双舵轮停车 AGV 的优势便是可以进行横移运动,使其能在工作环境中更灵活地运动。在横移运动时,两舵轮转角 $\alpha_1 = \alpha_2 \neq 0$,将速度 $v_1 = v_2$ 代入式(1)可得,此时车体的角速度为 0,车体中心的速度等于舵轮的速度。基于偏差的双舵轮停车 AGV 的纯追踪控制原理如图 6 所示。

预瞄点确定与常规曲线运动一样,由 ld 控制,通过几何关系得到的横移曲线运动轨迹跟踪控制律为$[v,\ \alpha,\ \omega]^{\mathrm{T}}$。其中 v 为轨迹中设定的 AGV 运行速度,α 与 ω 通过式(14)可得。

$$\begin{cases} p = \sqrt{(c_x - p_x)^2 + (c_y - p_y)^2} \\ \alpha = \arctan\left(\dfrac{g_y - y}{g_x - x}\right) + k_\varphi \cdot p \\ \omega = k_\omega(c_\theta - p_\theta) \end{cases} \tag{14}$$

与常规曲线运动控制相同,横移曲线运动也通过调节 k_φ 与 k_ω 来更好地控制双舵轮 AGV 的运动。

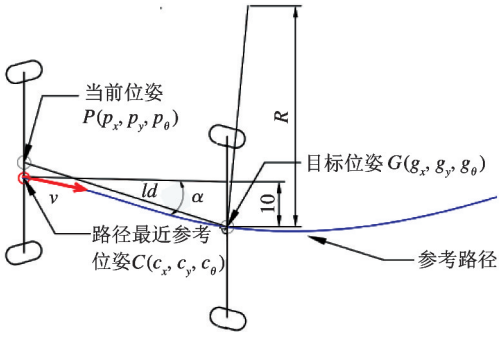


图 6　横移曲线路径跟踪原理图

3　仿真与实验

为了验证双舵轮全向 AGV 的路径跟踪算法的效果,对其进行了数学建模,并使用 Python 实现仿真。仿真了 AGV 运行过程中的大部分轨迹类型,轨迹类型包括自旋运动、直线前进轨迹、常规曲线、横移曲线,组合路径运动的轨迹如图 7 所示。

仿真时,使用了 PID 控制与基于偏差的纯追踪轨迹跟踪控制实现双舵轮 AGV 的组合运动路径仿真。PID 控制仿真过程中 AGV 舵轮转角、舵轮速度、运动参考点速度变化如图 8 所示;基于偏差的纯追踪轨迹跟踪控制仿真过程中 AGV 舵轮转角、舵轮速度、运动参考点速度变化如图 9 所示。

图 7 中的不同路径对应图 9 中不同阶段。组合路径运动过程中的控制量变化符合表 1 中的运动分析,即①阶段为自旋运动,两舵轮转角为 $\alpha_1 = \pi/2$、$\alpha_2 = -\pi/2$,运动参考点的速度为 $v = 0$;②、⑥、⑩阶段为直线前进运动,两舵轮转角为 $\alpha_1 = \alpha_2 = 0$,运动参考点的速度为 $v = v_1 = v_2$;③、④阶段为常规曲线运动,两舵轮转角为 $\alpha_1 = -\alpha_2 \neq 0$,运动参考点的速度为 $v = v_1\cos\alpha_1 = v_2\cos\alpha_2$;⑤、⑦、⑨为横移曲线运动,两舵轮转角为 $\alpha_1 = \alpha_2 \neq 0$,运动参考点的速度为 $v = v_1 = v_2$。图 8 的结果与图 9 相近,说明两种控制均能控制双舵轮 AGV 实现全向轨迹跟踪。图 10 是基于偏差的纯追踪轨迹跟踪控制仿真过程中的距离偏差,表明仿真过程中的最大偏差约为 45 mm,平均偏差约为10 mm。图11是PID控制仿真过程中的距

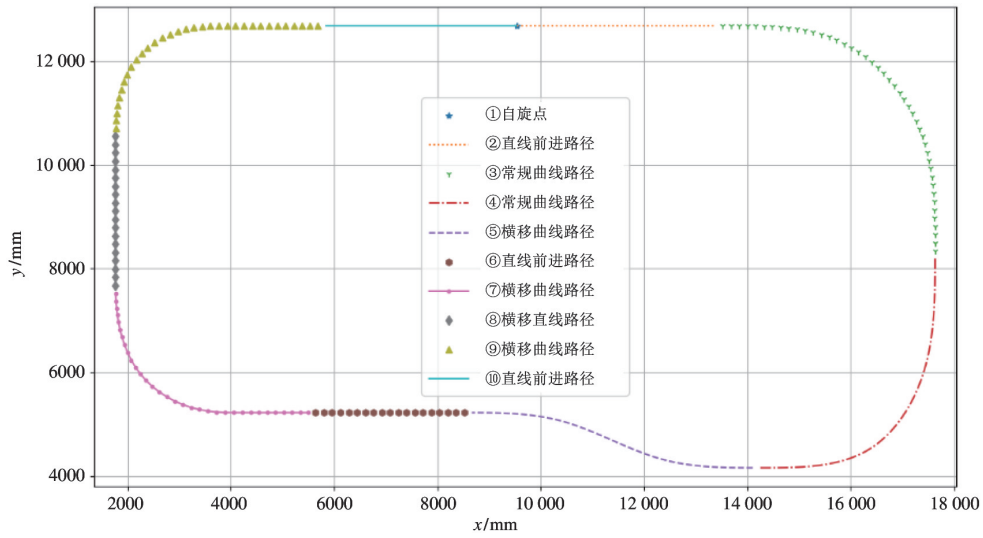


图 7　AGV 组合运动路径

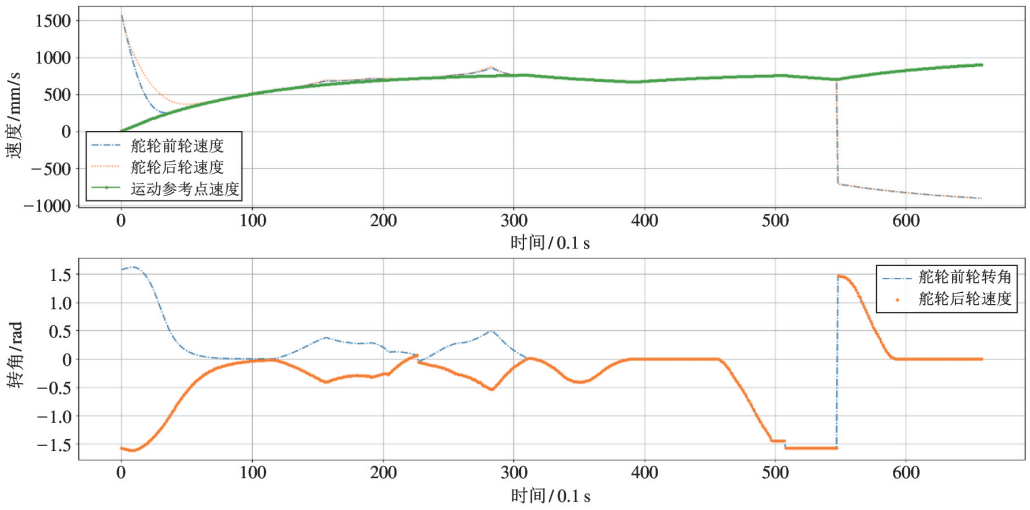


图 8　PID 算法组合运动中的控制量变化

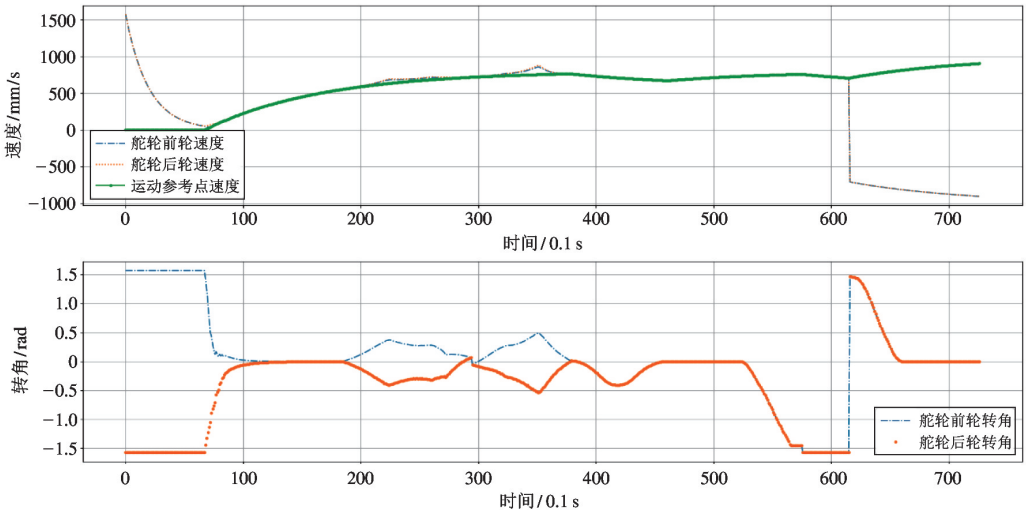


图 9　基于偏差的纯追踪算法组合运动中的控制量变化

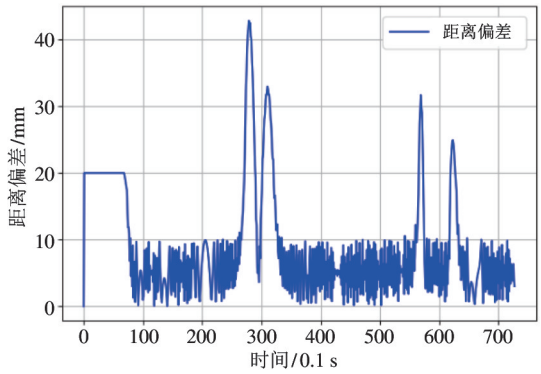


图 10　基于偏差的纯追踪算法仿真距离偏差

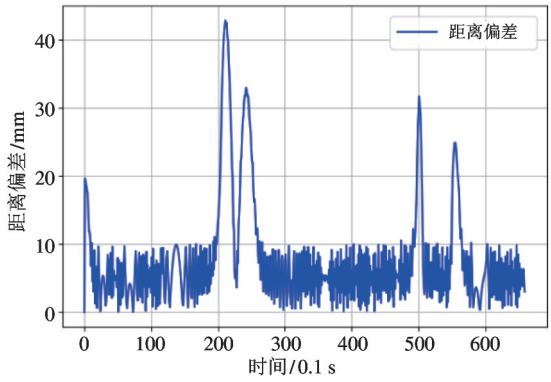


图 11　基于 PID 算法仿真距离偏差

离偏差,表明仿真过程中的最大偏差约为 46 mm,平均偏差约为10mm。两者在仿真过程中结果相近,但是由于 PID 算法需要大量调试参数,在实际工程应用中,本文提出的基于偏差的纯追踪轨迹跟踪控制具有较强的适用性。

为了验证本文提出的基于偏差的纯追踪轨迹跟踪控制的实际运行效果,进行了实车验证。图 12 为本文研究的双舵轮停车 AGV,车身尺寸为 5120 mm × 1580 mm,AGV 前后舵轮位于 AGV 中轴线上且舵轮连线的中点与 AGV 车体中心重合,舵轮之间的间距为 2250 mm。AGV 采用工业计算机进行数据处理。计算机 CPU 型号为 Intel aton E3845,主频 1.91 Hz,搭配 4 GB 内存。实验中的运行路径如图 13 与图 14 所示,分别测试了速度为 500 mm/s 与 800 mm/s 的轨迹跟踪情况,并且每隔 0.02 s 取一次数据。图 15 与图 16为运行过程中距离偏差曲线。

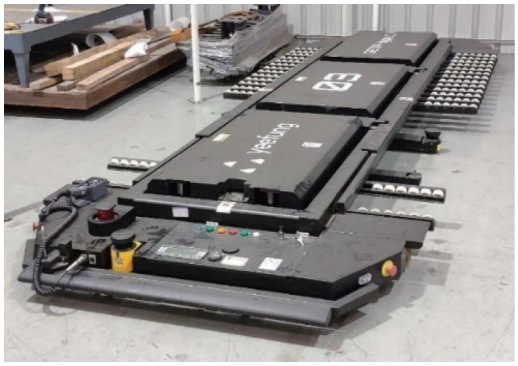


图 12　双舵轮停车 AGV

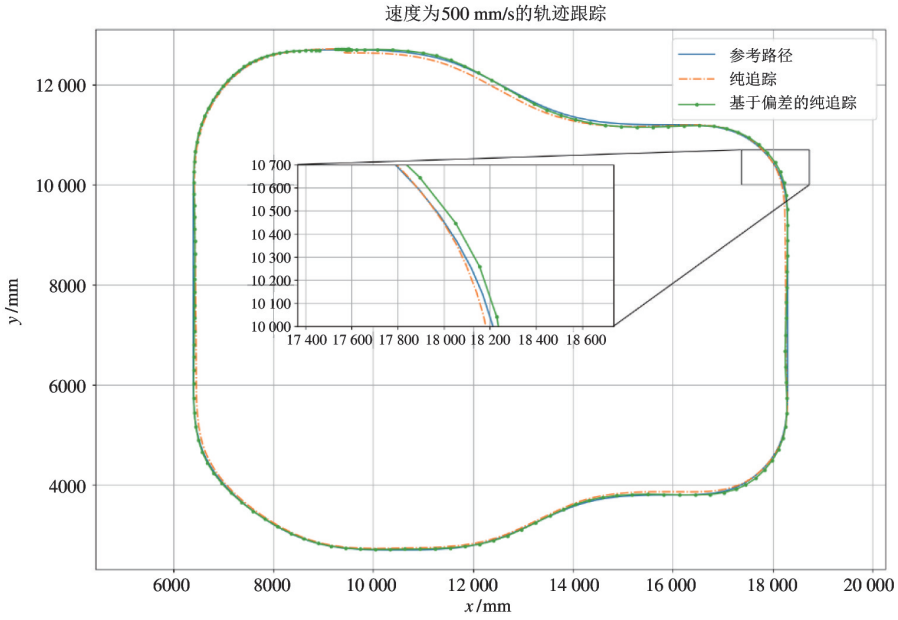


图 13　速度为 500 mm/s 的轨迹跟踪

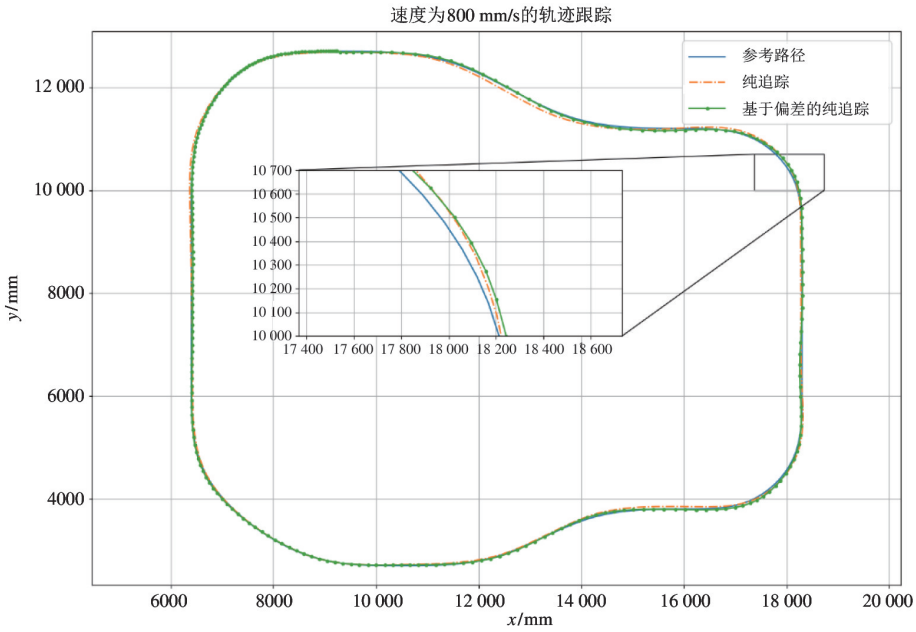


图 14　速度为 800 mm/s 的轨迹跟踪

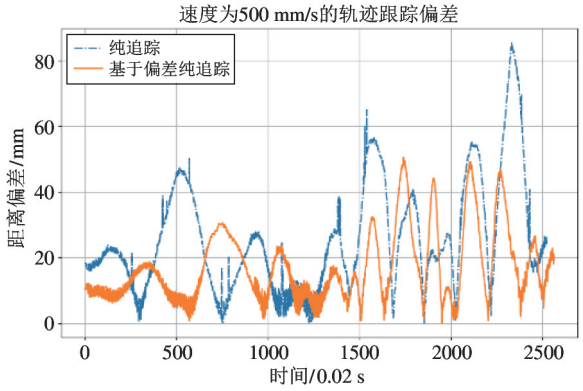


图 15　速度为 500 mm/s 的距离偏差

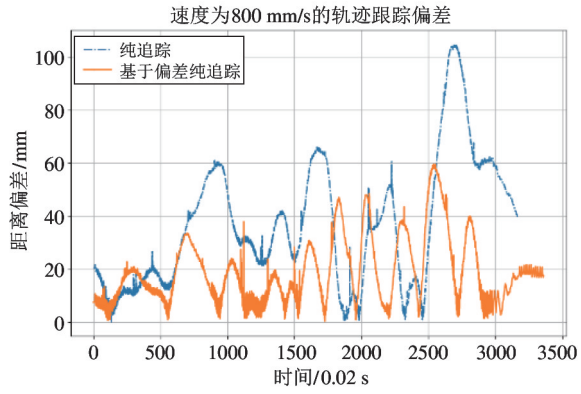


图 16　速度为 800 mm/s 的距离偏差

图 15 表明，当 AGV 的运行速度为 500 mm/s 时，基于纯追踪的双舵轮的偏差最大约为 85 mm，平均偏差为 30 mm 左右；基于偏差的纯追踪的最大偏差为 50 mm，平均偏差为 20 mm。图 16 表明，当运行速度为 800 mm/s 时，纯追踪的最大偏差为 100 mm，平均偏差为 40 mm 左右；基于偏差的纯追踪的最大偏差为 85 mm，平均偏差为 25 mm。

综上，本文提出的基于偏差的纯追踪双舵轮停车 AGV 全向运动轨迹跟踪，能有效提高双舵轮 AGV 的控制精度，实现全向轨迹跟踪。

4　结　论

本文提出了一种全向双舵轮停车 AGV 的运动控制方法，并使用基于偏差的纯追踪算法进行路径跟踪。仿真实验表明，该方法能够正确描述双舵轮 AGV 的全向轨迹跟踪。实验验证了基于偏差的纯追踪算法相较简单的纯追踪算法其控制精度有较大提升，该方法能有效控制双舵轮 AGV 的全向运动控制。

参考文献

[1] 武启平，金亚萍，任平，等. 自动导引车(AGV)关键技术现状及其发展趋势[J]. 制造业自动化，2013，(10)：106-109

[2] 张颖川. 智能的南京全民健身中心 AGV 停车场[J]. 物流技术与应用，2019，24(2)：82-85

[3] Kim J, Cho H, Kim S. Positioning and driving control of fork-type automatic guided vehicle with laser navigation [J]. *International Journal of Fuzzy Logic and Intelligent Systems*, 2013,13(4):307-314

[4] Yang H, Fan X, Shi P, et al. Nonlinear control for tracking and obstacle avoidance of a wheeled mobile robot with nonholonomic constraint[J]. *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, 2015, 24(2):103-125

[5] Liu K, Gao H, Ji H, et al. Adaptive sliding mode based disturbance attenuation tracking control for wheeled mobile robots[J]. *International Journal of Control Automation and Systems*, 2019, 18(5):1288-1298

[6] 赵熙俊, 陈慧岩. 智能车辆路径跟踪横向控制方法的研究[J]. 汽车工程, 2011(5):18-23

[7] Hernandez J I, Kuo C Y. Steering control of automated vehicles using absolute positioning GPS and magnetic markers[J]. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 2003, 52(1):150-161

[8] 何俊龙,杜峰, 关志伟,等. 基于 Pure Pursuit 算法的智能缩微车路径跟踪[J]. 现代信息科技, 2019, 3(1):155-157,160

[9] Kapania N R, Gerdes J C. Design of a feedback-feedforward steering controller for accurate path tracking and stability at the limits of handling[J]. *Vehicle System Dynamics*, 2015, 53(12):1687-1704

[10] Gong J W, Xu W, Jiang Y, et al. Multi-constrained model predictive control for autonomous ground vehicle trajectory tracking[J]. *Journal of Beijing Institute of Technology*,2015, 24(4):441-448

[11] 王秋, 曲婷, 陈虹. 基于随机模型预测控制的自主车辆转向控制[J]. 信息与控制, 2015,44(4):499-506

[12] 卢红生, 刘斌, 蒋峥, 等. 基于 MMPC 的无人汽车轨迹跟踪控制[J]. 高技术通讯, 2020, 30(2):203-212

[13] 尹晓丽, 李雷, 贾新春. 无人驾驶汽车路径跟踪模糊预测控制[J]. 中北大学学报(自然科学版), 2011,32(2):21-24

[14] Morales J, Martinez J L, Martinez M A, et al. Pure-pursuit reactive path tracking for nonholonomic mobile robots with a 2D laser scanner[J]. *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing* 2009, 2009(1):1-10

[15] 哈尔滨工业大学理论力学教研室. 理论力学[M]. 北京:高等教育出版社, 2009:202-207

[16] Amer N H, Hudha K, Zamzuri H, et al. Adaptive modified Stanley controller with fuzzy supervisory system for trajectory tracking of an autonomous armoured vehicle [J]. *Robotics and Autonomous Systems*, 2018, 105:94-111

[17] 段建民, 杨晨, 石慧. 基于 Pure Pursuit 算法的智能车路径跟踪[J]. 北京工业大学学报,2016,42(9):1301-1306

Omnidirectional path tracking using deviation-based pure pursuit for dual steering wheel parking AGV

Xia Yunkai*, Zhang Zheng*, Cai Yingjie**, Qi Hongbin*, Yao Fulin*, Zhou Shengyun*,**

(*College of Mechanical Engineering, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310023)

(**Yeefung Robotics Corporation Limited, Shenzhen 518116)

Abstract

An omnidirectional motion path tracking method based on deviation-based pure pursuit for dual steering wheel parking automated guided vehicle (AGV) is proposed. The motion model of the omnidirectional dual steering wheel parking AGV is modeled, and a motion control method is designed for the dual steering wheel omnidirectional driving. According to the characteristics of the conventional curve motion and the lateral curve motion of dual steering wheel parking AGV, an omnidirectional motion path tracking of AGV using pure pursuit based on distance and angle deviation is proposed. Python is used to mathematically model and simulate the motion control and trajectory tracking of the dual steering wheel AGV, and the feasibility of the design method is verified. The control comparison of deviation-based pure pursuit method and pure pursuit method is carried out through experiments. The experimental results show that the proposed dual steering wheel omnidirectional path tracking has good control performance.

Key words: dual steering wheel parking automated guided vehicle (AGV), path tracking, pure pursuit, driving control