

激光导向车 (LGV) 的实时姿态检测及控制*

潘孟春 任永益 毛声镛

(国防科技大学机械电子工程与仪器系 长沙 410073)

摘要 提出了一种通过实时检测激光导向车的姿态来控制其行驶的方法, 该方法的基本原理是依据激光接收阵的信息先推导出车的瞬间姿态 (以角度偏差 α 和距离偏差 D 表征), 然后对两驱动轮的速度进行控制; 在新的模型车上的实验结果表明, 这种方法明显提高了车的运行精度, 可望用于实际的 LGV。

关键词 自动导向车; 机电控制; 柔性制造系统; 自动化

分类号 TH165.2

自动导向车 (AGV) 是 FMS 中联结各加工中心及加工中心与仓库的物流设备, 在 CIMS 中也是必不可少的。文献[1][2]在改装的电动轮椅车上就激光导向方式进行了研究, 结果表明先进的激光导向车 (LGV) 可望应用在 FMS 中; 但运行精度有待提高。文献[1]的方法是在车的正前方放置一固定激光器作引导, 车上装一排光电管。如果车恰好在规定的路径上时, 激光束射在中间那个管子上, 一旦偏离, 由车载 Z80 单板机系统检测出偏差 x , 然后直接依据 x 来确定两轮的命令速度。这种方法的缺点是没有对小车的方向进行判别。很显然偏差 x 本身是不能确定车的准确姿态的, 因此, 车的下一步走向也就难以把握。

据最新报道, 激光导向车 (LGV) 在日本已走向实用阶段^[4]。但如何确定激光导向下小车的瞬间姿态却未见介绍。为此, 本文提出一种基于单束激光和单个接收阵来确定小车姿态的检测方法, 以达到改善车的运行性能的目的。

1 直线行驶 LGV 的姿态计算

利用多束激光或旋转激光来确定车的姿态肯定是可以的^[4,5], 但实现起来比较困难。事实上, 单束激光同样可行。

我们的做法是将多只光电管排成一个接收阵, 安装在车的前端面, 单束导引激光位于前方适当距离处, 设 t_i 时刻激光射在光电接收阵上的位置离其中点 O 的距离为 x_i , 车的中心为 c_i , t_{i+1} 时刻分别为 x_{i+1} 、 c_{i+1} , $\Delta t = t_{i+1} - t_i$ 是固定的, 其取值必须保证小车在此间隔时间里近似作直线运动, 如图 1(a) 所示。

为推导角度偏差 α 和位置偏差 D 的表达式, 将图 1(a) 简画成图 1(b)。图中 L 为小车

* 1993年8月21日收稿

中心到光电接收阵的距离，从图可看出

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{x_{i+1} - x_i}{AF} \quad (1)$$

设左、右两轮的速度分别为 V_L 、 V_R 则小车在 Δt 时间里运行的距离 AF 为

$$AF = (V_L + V_R) \Delta t / 2 \quad (2)$$

因为在纠偏策略中，我们人为取电机的命令速度 V_L 、 V_R 为

$$V_L = V_g + \Delta V \quad (3)$$

$$V_R = V_g - \Delta V \quad (4)$$

上式中 V_g 是给定的基本速度， ΔV 是根据检测信息确定的纠偏差速。

如果考虑电机与轮子间传动比 k' 则(2)式可用电机速度改写成

$$AF = \frac{1}{2} (V_L + V_R) k' \Delta t = V_g k' \Delta t \quad (5)$$

$$\operatorname{tg} \alpha = k \frac{x_{i+1} - x_i}{\Delta t} \quad (6)$$

式中

$$k = \frac{1}{V_g k'}$$

同时，

$$D = C_{i+1}B = C_{i+1}G - BG = L \sin \alpha - |x_{i+1}| \cos \alpha \quad (7)$$

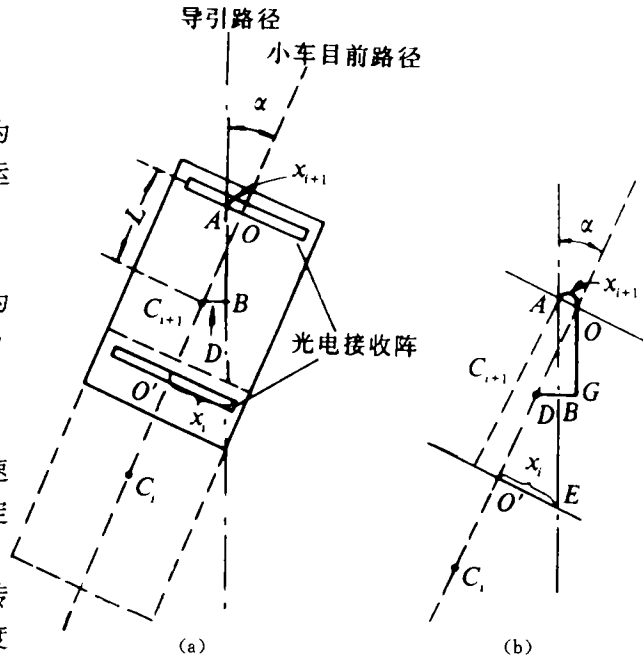


图 1

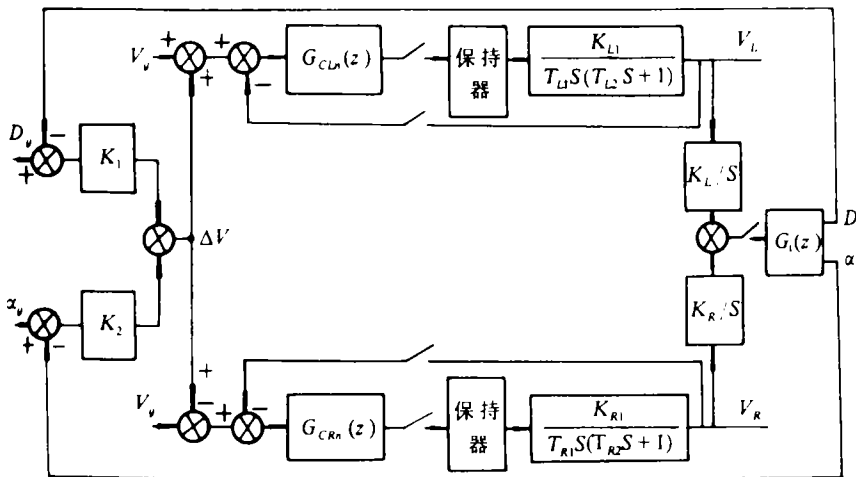


图 2 控制系统框图

考虑到 α 实际上是比较小的, 式(6)、(7)可简化为

$$\alpha = k \frac{x_{i+1} - x_i}{\Delta t} \quad (8)$$

$$D = L\alpha - |x_{i+1}| \quad (9)$$

式(8)、(9)即描述了 LGV 在 t_{i+1} 时刻的姿态。

2 系统控制原理

系统框图如图 2。图中 V_g 是给定的基本速度; D_g, α_g 是偏差给定量。由于测量值 x 是以接收阵中点 O 为中心定义的(参看图 1(a)), 因此 D_g, α_g 实际上都给定为零; $G_{CLL}(Z), G_{CRr}(Z)$ 分别是左、右电机速度环的数字 PID 调节器。

$\frac{K_{L1}}{T_{L1}S(T_{L2}S + 1)}, \frac{K_{R1}}{T_{R1}S(T_{R2}S + 1)}$ 分别是左、右电机的传函, K_{L1}, K_{R1} 是左、右电机、功放、脉宽调制通道的放大系数, $G_1(Z)$ 是式(8)、(9)的脉冲传递函数; k_1, k_2 是对姿态信息 D, α 的加权系数, 经过反复实验得到。

系统控制过程如图 3 所示。

3 实验结果

我们的模型车按托板搬运式四轮小车设计^[6], 四个轮子成棱形状分布, 即前后各一个自由轮, 两驱动轮分居中间两侧, 由两个力矩电机驱动。运行场地为普通实验室地面, 我们让车处在不同的初始姿态来观察车的纠偏性能。表 1 是在 V_g 为 0.2m/s, 初始距离偏差 D 为 3cm, 初始角度偏差 D 变化情形下所作出的实验结果。纠偏性能的好坏以车的轨迹离规定路径的最大距离即动态偏差和车从初始姿态回到规定路径所需的时间即校正时间来衡量。为对照起见, 列出了文献[1]的结果如表 2。

表 1 实验结果 ($D=3\text{cm}, V_g=0.2\text{m/s}$)

初始角度	动态偏差/cm	校正时间/s
-45°	±2.1	<15
-30°	±1.4	<15
-15°	±1.0	<15
0	±1.0	<15
+15°	±1.1	<15
+30°	±1.5	<15
+45°	±2.0	<15

表 2 文献[1]的结果 ($D=0, \text{车速 } 0.2\text{m/s}$)

初始角度	动态偏差/cm	校正时间/s
-15°	±10	30
-10°	±8	20
-5°	±5	10
0	-3	0
+5°	±9	15
+10°	±15	23
+15°	±20	35

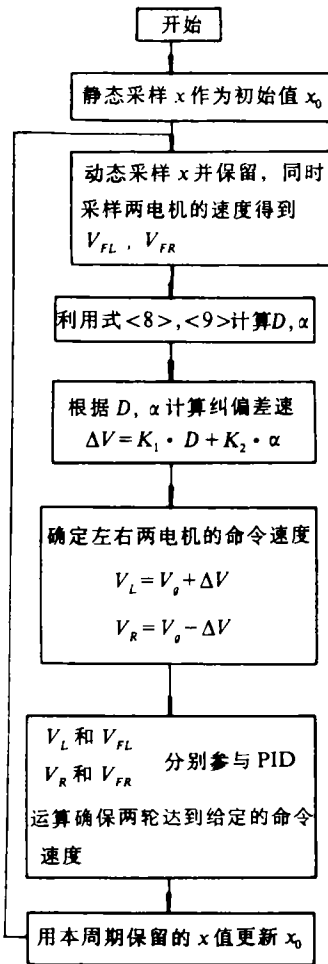


图 3 控制系统流程图

4 结论

本文提出的基于单束激光器和单个接收阵来确定小车的瞬间姿态的方法避免了复杂的外围设施；同时实时检测方向偏差和距离偏差进行控制明显改善了车的运行性能，可望用于实际的 LGV。

参 考 文 献

- 1 陈永光, 任永益. FMS 中激光引导式无人搬运车的研究. 机械加工自动化, 1989; (5): 5~7
- 2 任永益, 许军, 陈永光. 自导车激光导引控制系统研究. 国防科技大学学报, 1991; (2): 39~44
- 3 Toshihiro Tsumura, et al. Position and Heading Compensations for a Selfcontained Measuring System of a Vehicle Travelling on Roadway. Robotics and Automation IEEE International Conference, 1986, 353~359
- 4 津村俊弘. 最近のAGV 技术动向. 自动化技术, 1991, 23 (1)
- 5 Evans D. Laser Liberate Guide Vehicles. Engineering (UK), 1988, 228 (11): 610~611
- 6 Richard K, Miller. Automated Guided Vehicles and Automated Manufacturing. American Society of Manufacturing Publications Development Department, 1987, 20~22

The Real-time Detection of Pose and Control of Laser Guiding Vehicle (LGV)

Pan Mengchun Ren Yongyi Mao Shengyong

(The Department of Mechantronics and Instrumentation,
NUDT, Changsha, 410073)

Abstract

A method of controlling LGV through real time pose detection is proposed in this paper. That is to deduce first LGV's instant pose (indicated by angle deviation α and distance deviation D) from the information from the laser receiver, then control the two driving wheels' speed. The experiment results in new prototype indicate that the above method improves LGV's travel precision obviously, and is expected to be used in real LGV.

Key words automatic guided vehicle; mechatronical control; flexible manufacturing system; automation