

一种机械手神经网络控制方法

涂庆伟

(常州大学怀德学院 江苏 常州 213164)

【摘要】对机械手的轨迹跟踪控制问题,基于机械手动力学的特点,并通过分析神经网络控制的特点,提出了基于函数连接神经网络电驱机械手的自学习控制结构,从而提出了一种自适应神经网络控制器。

【关键词】轨迹跟踪;电驱机械手;神经网络;渐进稳定

【中图分类号】TP241

【文献标识码】A

【文章编号】1009-5624(2017)06-0051-02

DOI:10.16009/j.cnki.cn13-1295/tq.2017.06.029

A neural network control method of robot manipulator

TU Qingwei

Changzhou University Huaide college, Jiangsu Changzhou, 213164, china

【Abstract】In this paper, for the trajectory tracking control problem of robot manipulator, based on the characteristics of the robot dynamics, and through the analysis of the characteristics of the neural network control, puts forward neural network based on the function of electric drive manipulator connected the self-learning control structure. It puts forward a kind of adaptive neural network controller.

【Key words】Trajectory Tracking; Robots manipulator; Neural network; Asymptotic stability

1 引言

机器人操作手是一个多自由度的结构复杂的非线性系统,它的强耦合和非线性性以及难以建立精确建立数学模型都对设计良好的控制方案提出了挑战。神经网络的本质非线性特性以及其强大的学习功能和容错性能为机器人这种具有复杂的不确定性和非线性控制系统带来了新的设计思路。近年来,神经网络在机器人控制领域得到了广泛的应用。本文用自适应神经网络方法对机械手轨迹跟踪问题进行讨论,提出相应控制方案。

2 机械手动力学模型

考察由下式描述的机械手:

$$M(\theta)\ddot{\theta} + V_m(\theta, \dot{\theta})\dot{\theta} + F(\theta) + G(\theta) + \tau_d = \tau \quad (1)$$

在设计控制器之前,有如下假设:

<1> θ_d 充分可微 (θ_d 表示期望轨迹)。

<2> 使向量 $(\theta_d^T, \dot{\theta}_d^T, \ddot{\theta}_d^T)^T$ 有界,即 $\exists d$, 使 $\|(\theta_d^T, \dot{\theta}_d^T, \ddot{\theta}_d^T)\| \leq d$

如前所述,机械手控制问题即为设计控制力矩 τ , 使轨迹 θ 跟踪期望轨迹 θ_d , 为此, 设跟踪误差为:

$$e = \theta_d - \theta$$

辅助设计误差 $r(t)$,

$$r(t) = \dot{e} + \Lambda e$$

Λ 为正定对角矩阵,且 \dot{r} , r 满足

$$\|e\| \leq \frac{\|r\|}{\sigma_{\min}(\Lambda)}, \quad \|\dot{e}\| \leq \|r\|$$

从而 $\lim_{t \rightarrow \infty} \|r(t)\| = 0$ 即可得到 \dot{r} , r 的渐近稳定性。首先,经过运算跟踪误差方程为

$$M\dot{r} = -V(\theta, \dot{\theta})r + f(x) + \tau_d - \tau \quad (2)$$

其中非线性机械手结构函数

$$f(x) = M(\theta)(\ddot{\theta}_d + \Lambda \dot{e}) + V_m(\theta, \dot{\theta})(\dot{\theta}_d + \Lambda e) + F(\theta) + G(\theta) \quad (3)$$

这里 $x \equiv [e^T, \dot{e}^T, \theta_d^T, \dot{\theta}_d^T, \ddot{\theta}_d^T]^T$

3 控制方案设计及其稳定性分析

跟踪误差方程:

$$M\dot{r} = -V(\theta, \dot{\theta})r + M(\theta)(\ddot{\theta}_d + \Lambda \dot{e}) + V(\theta, \dot{\theta})(\dot{\theta}_d + \Lambda e) + F(\theta) + G(\theta) + \tau_d - \tau$$

$$\triangleq f(x) = M(\theta)(\ddot{\theta}_d + \Lambda \dot{e}) + V(\theta, \dot{\theta})(\dot{\theta}_d + \Lambda e) + F(\theta) + G(\theta) + \tau_d$$

对 $f(x)$ 有如下假设:

$$(A1) \|f(x)\| \leq \tilde{f}(x) = b_0 + b_1\|e\| + b_2\|e\|^2, b_0, b_1, b_2 > 0$$

一般情况下 b_0, b_1, b_2 未知的,下面将用 RBF 神经网络估计 $\tilde{f}(x)$ (未知上界函数),由逼近理论 (RBF): 对 $\tilde{f}(x)$ 存在 $\hat{\omega}$, 使 $\hat{f}(x) = \hat{\omega}^T \phi(x)$

对神经网络的权估计做如下假设:

(A2) 存在 ε , 使

$$|\varepsilon(x)| = |\hat{\omega}^T \phi(x) - \tilde{f}(x)| < \varepsilon$$

$$(A3) \tilde{f}(x) - \|f(x)\| > \varepsilon$$

由上,可设计控制器:

4 结论

在假设 (A1) ~ (A3) 的前提下,若控制器 τ 为

$$\tau = -\frac{(\hat{\omega}^T \phi(x))^2 r}{\|r\|(\|\hat{\omega}^T \phi(x)\| + a)\|r\|} + K_v r$$

这里, $\hat{\omega}$ 的调节法则为 $\dot{\hat{\omega}} = \eta \phi(x) \|s\|$, η 为自适应增益量 (正数),

则控制器能使跟踪误差为渐近稳定的,即

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \|e\| = \lim_{t \rightarrow \infty} \|\dot{e}\| = 0$$

证明: 选取 Lyapunov 函数

$$L = \frac{1}{2} r^T M r + \frac{1}{2} \tilde{\omega}^T \eta^{-1} \tilde{\omega}, \quad \tilde{\omega} = \omega - \hat{\omega}, \quad \dot{\tilde{\omega}} = -\dot{\hat{\omega}}$$

$$\dot{L} = r^T M \dot{r} + \frac{1}{2} r^T M \dot{r} + \tilde{\omega}^T \eta^{-1} \dot{\tilde{\omega}}$$

$$= r^T (u(t) - K_v r - V(\theta, \dot{\theta})r + f(x)) + \tilde{\omega}^T \eta^{-1} \dot{\tilde{\omega}} + \frac{1}{2} r^T M \dot{r}$$

$$= r^T u(t) - r^T K_v r - r^T f(x) - \tilde{\omega}^T \phi(x) \|s\|$$

$$\leq \|r\| \|f(x)\| - r^T K_v r + r^T u(t) - \tilde{\omega}^T \phi(x) \|s\|$$

$$= -r^T K_v r + \|r\| (\|f(x)\| - \tilde{f}(x)) + \|r\| (\tilde{f}(x) - \tilde{\omega}^T \phi(x) \|s\|) + r^T u(t)$$

$$\therefore L \leq -r^T K_v r + r^T u(t) + \|r\| (\|f(x)\| - \tilde{f}(x))$$

基于 BMP180 气压传感器的微正压控制装置研制

李 佳, 李万军, 李泓锦, 付劲松

(北华航天工业学院电子与控制工程学院 河北 廊坊 065000)

【摘要】变电站(所)是电网的枢纽,而开关柜是变电站的最基本的电力设备,本文提出了一种基于 BMP180 气压传感器的单片机智能微正压控制解决方案,使配电柜在微正压控制装置的控制下,利用风机通入干燥气体,控制进风量略大于出风量,保持开关柜内压力略高于开关柜外的压力,形成微正压的安全小环境,阻止潮湿空气进入开关柜内,从而保证柜内仪表和电器元件的安全运行。

【关键词】开关柜;微正压;C8051F340;BMP180

【中图分类号】TP212

【文献标识码】A

【文章编号】1009-5624(2017)06-0052-02

DOI:10.16009/j.cnki.cn13-1295/tq.2017.06.030

1 引言

地处北方沿河、南方湿热和沿海等地区变电站,由于地区空气湿度大^[1],导致变电站开关柜内由于昼夜、季节环境温差变化产生“呼吸”作用,夹杂灰尘的潮湿空气以及盐雾有可能进入到开关柜内,导致柜内绝缘强度降低、加剧关键部件老化,甚至造成开关柜内产生凝露问题,给运行及生产带来安全隐患。

针对这一问题,本方案旨在解决变电站开关柜的潮湿空气入侵问题,利用单片机智能微正压控制装置,对开关柜内部充入干燥洁净的空气,使开关柜内部产生一个略高于外部大气压的气压差,使外界环境中的潮湿空气、灰尘、盐雾等不能侵入开关柜内,使母排、外壳与仪表间的工作环境始终保持洁净、干燥状态,从而提高电气绝缘强度,确保设备安全可靠运行。

2 硬件系统简介

本文微正压控制装置包括 MCU 处理器模块、线性稳压电源模块、压力传感器模块、数码管驱动电路模块、485 通信模块、风机输出驱动模块、声光报警模块、远程复位模块等,结构框图如图 1 所示。

单片机 C8051F340 读取开关柜内外两处压力传感器 BMP180 的气压值,如果柜内气压值与柜外内气压值之差

小于设置初始值,则启动风机,通过控制风机电流,使开关柜进风口处的风量大于排风口处的风量,保证开关柜内相对柜外形成正压差。微正压控制装置利用压力传感器,智能完成自动换气、补气、超压报警等系列功能。检测柜内外气压差低于规定的值(50Pa)时,自动进入风机正向增压模式。

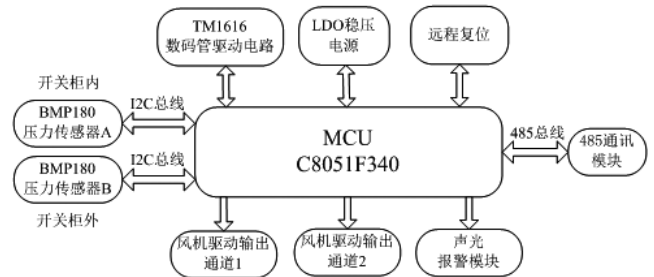


图 1 系统结构框图

2.1 单片机控制器

根据本设计的需求,选用 Silicon 公司的 C8051F340 微控制器^[2-3],该芯片内部集成了 USB2.0 功能控制器,包含 64KB 的片内 FLASH 存储器、4KB 片内 RAM 以及具有全速、非侵入式的在系统调试接口、经过精确校准的 12MHz 内部

$$\begin{aligned}
 & + \|r\|(\hat{\omega}^T \phi(x) + \varepsilon(x)) - (\omega - \hat{\omega})^T \phi(x) \|r\| \\
 \leq & -rK_v r - \frac{(\hat{\omega}^T \phi(x))^2 \|r\|^2}{\|r\|(\hat{\omega}^T \phi(x)) + a\|e\|^2} + \hat{\omega}^T \phi(x) \|r\| \\
 \leq & -rK_v r + \frac{\hat{\omega}^T \phi(x) \|r\| a\|e\|^2}{\|r\|(\hat{\omega}^T \phi(x)) + \|e\|^2} \\
 \leq & -rK_v r + a\|e\|^2
 \end{aligned}$$

选取 K_v , 使 $\dot{L} \leq 0$, 易证:

$e \in L_2 \cap L_\infty$, $\tilde{\omega} \in L_\infty$, 从而 $\dot{e} \in L_\infty$ 。

由 BaBarlet 引理, $\lim_{t \rightarrow \infty} e = 0$ 得证。

注 1: 神经网络的优点是不需要计算机人回归矩阵,而且在线调节,具有很好的容错能力。

注 2: 该方法的另外一个优点是实现了机械手的渐近稳定性,这也是神经网络控制所期结果。

【参考文献】

- [1] Su C.Y, Stepanenko Y. Hybrid adaptive/robust motion control of rigid-link electrically-driven robot manipulator[J]. IEEE Trans on Robot Autom, 1995, 11(3): 426-432.
- [2] Kwan C.M, Lewis F.L. and Dawson D.M. Robust neural-network electrically driven robots[J]. IEEE Trans. on Neural Network, 1998, 9(4): 581-588.
- [3] 申铁龙. 机器人鲁棒控制基础[M]. 北京: 清华大学出版社, 1999.

基金项目: 本文的研究得到了常州大学怀德学院产学研基金资助(CDHJZ1509003)。

作者简介: 涂庆伟(1978-), 男, 汉族, 河南郑县人, 硕士, 常州大学怀德学院, 讲师, 主要从事数学教学和智能控制研究。

E-mail: tqw@cczu.edu.cn