

[自控·检测]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2019.01.010

基于模型预测控制的协作焊接 双机械臂轨迹跟踪算法

陈文晔, 吴建民

(上海工程技术大学, 机械与汽车工程学院, 上海 201620)

摘要: 焊接双机械臂协作焊接时, 存在从动机械臂对主机械臂末端位置的轨迹跟踪的精确性问题, 课题组提出了基于模型预测控制算法的主/从位置协调控制方法。根据所建立的六自由度双机械臂的运动学模型, 建立末端位置与关节角度的变换关系以及机械臂的运动预测模型; 通过上述模型, 对主机械臂采用位置控制方法, 并通过从动机械臂末端的三维激光扫描仪测距传感器所获取的主机械臂位置及方向, 对从动机械臂采用基于模型预测控制算法的位置控制; 根据机械臂关节角度变换旋转运算序列及末端位置的预测模型, 通过动态矩阵控制算法, 由当前时刻的位置状态及下一时刻位置输入状态对未来某时域内的位置输出状态进行预测, 从而实现期望的位置跟踪。最后, 采用仿真实验测试来验证该算法的实用有效性, 结果表明: 从动机械臂末端在有较小超调的情况下快速达到稳态, 实现对期望轨迹的跟踪; 与传统PID控制算法相比, 模型预测控制算法能够更快速、更稳定地达到对期望轨迹的跟踪效果; 该算法对期望轨迹的跟踪误差在有小幅波动的情况下可保持在 ± 0.05 mm之内, 在无波动的情况下可迅速趋近于零。基于该算法, 从动机械臂可根据主机械臂末端动态位置信息更加有效地实现对期望轨迹的实时跟踪。

关键词: 焊接机器人; 双机械臂; 模型预测控制; 主/从位置协调控制; 轨迹跟踪

中图分类号: TP241.2; TP13 文献标志码: A 文章编号: 1005-2895(2019)01-0055-06

Trajectory Tracking Algorithm of Collaborative Welding Dual Manipulators Based on Model Predictive Control

CHEN Wenhao, WU Jianmin

(School of Mechanical and Automotive Engineering, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 201620, China)

Abstract: Research group presents a master-slave position coordinated control method based on model predictive control algorithm (MPC), to improve the trajectory tracking accuracy of slave arm according to the master arm end position when two manipulators are coordinating motion to execute welding tasks. According to the kinematics model of 6-DOF dual manipulators, transformation relationship between end position and joint angle and motion predictive model of manipulator were built; Through models mentioned above, position control was adopted for master arm and position control based on MPC algorithm was adopted for the slave arm where a distance measuring sensor with 3D laser scanner was installed in the end position to obtain position and direction information of master arm; On the basis of rotation operation sequence of joint angle transformation and predictive model of end position for manipulators, the current position state and the position input state of next step were used for predicting position output state during some future time domain with dynamic matrix control algorithm, to realize the desired trajectory tracking. Finally, simulation testing for effectiveness of this algorithm was implemented, and then result shows that slave arm end with smaller overshoot can reach steady state rapidly to realize desired trajectory tracking; compared with traditional PID control algorithm, MPC algorithm can achieve desired trajectory tracking more rapidly and more stable; tracking error of desired trajectory based

收稿日期: 2018-08-15; 修回日期: 2018-11-20

第一作者简介: 陈文晔(1991), 江苏镇江人, 硕士研究生, 主要研究方向为多机器人协调控制及智能控制。通信作者: 吴建民(1970), 山东郓城人, 博士, 副教授, 主要研究方向为特种、精密加工。E-mail: wujm2005@sohu.com

on this algorithm can be kept within ± 0.05 mm with slight fluctuation or approach to zero rapidly without fluctuation. Based on this algorithm, slave arm can more effectively realize real-time tracking desired trajectory according to dynamic information from the end position of master arm.

Keywords: welding robot; dual manipulators; model predictive control; master-slave position coordinated control; trajectory tracking

随着工业技术的不断发展,传统的单臂机器人只能完成简单的任务,而不能满足一些特殊的要求。因此,双机械臂机器人系统具有更多的优势,例如高可调性、更大的工作空间及运动范围。这些优势可以提高机器人的任务处理能力、负载能力以及完成任务的效率,因此在诸多工业领域对不同环境下的多种意外干扰下双机械臂协调作业的需求正在日益增长^[1]。协调运动的目的是为了更地操控目标,虽然采用双机械臂会有很多好处,但同时也会得到一个复杂的系统,因此分析和控制问题也会变得更加复杂。Hogan 在文献[2]中提出用于末端执行器与操作目标之间的阻抗控制算法,通过机械臂之间的位置离偏差和接触力来确定它们之间的力学阻抗关系,该算法具有一定的可调性;但是文献[3]指出这种方法仅限于一些可调性的目标,在某些特定条件下会受到限制;Jung 在文献[4]中对 Hogan 的研究做了一些改进,结合了位置控制算法与抗阻控制算法,采用力矩补偿信息的采样点来对不确定的动力学方程进行补偿,而此方法需要用机械臂的坐标来替代协调控制;Claudio 等结合了主/从协调控制与视觉,使视觉传感器能够跟踪机械臂的动作,同时通过计算分析使得机械臂完成抓取动作^[5];Huang 在文献[6]中提出了一种自适应滑模控制方法,能保证系统的参数变量及碰撞影响稳定,但是要求对动态模型的每个矩阵中的最大数值进行预估,因此很难得到实际应用;Aghili 在文献[7]中提出一种可在机械臂位置及方向未知的情况下做运动轨迹精确控制的自适应协调控制器,而这种控制器的主要优势是无需测量接触力来进行几何补偿,也不需要通过高精度的感测装置来做校准;Cheng 等提出采用力与位置控制的方式以及主/从压力控制策略,预测模型是由从传感器中所获取的力信号构建而成的,并且压力控制器在机械臂每个手指的位置与机械臂作用在目标物体上的力之间建立了关系,而当前与未来的压力误差权值会根据模型的精度进行调节^[8]。针对双机械臂高精度协调完成焊接任务的问题,课题组提出了一种基于模型预测控制算法的主/从位置混合协调运动控制方法,当机械臂在移动执行任务的时候,主机机械臂会

被分配主要的运动计划,而从动机械臂末端的传感器获取主机机械臂的位置信号并对运动中的机械臂末端未来输出状态进行预测;实际位置输出值与预测位置值间的误差会根据模型的精度采用误差权值进行调节,以提高从动机械臂末端在运动中对期望轨迹的跟踪精度并减少时滞对控制系统所造成的影响。

1 双机械臂协调控制与约束关系

目前对双机械臂系统进行协调控制研究主要有主/从协调控制、位置/位置控制、力/位置控制以及抗阻控制等方案,而课题组主要采用的是主/从协调及位置/位置控制相结合的混合控制法,对主机机械臂采用的是位置控制方法,而从动机械臂则采用的是基于动态矩阵控制算法的位置控制方法,其中动态矩阵控制是一种典型的模型预测控制(model predictive control, MPC)算法^[9]。图1所示为双机械臂控制简图。

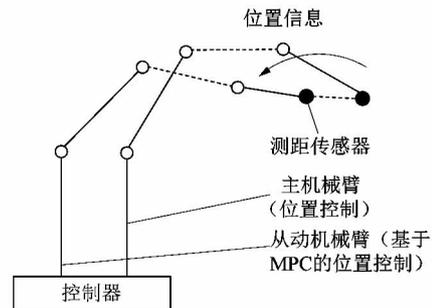


图1 主/从机械臂控制简图

Figure 1 Master/slave arms control schematic

1.1 主/从协调控制

在诸多协调控制方案中,主/从控制是一种早期出现在双机器人系统中的控制方法,这种主/从双机械臂机器人系统的协调控制方法不考虑整个坐标系的动力学模型^[10]。在整个协调运动的过程中,根据控制目标来指定主机机械臂的轨迹,要求保证主机机械臂与从动机械臂的执行末端之间的相对位置和方向是不变的。在主/从控制模式中,三维激光扫描仪测距传感器被安装在机械臂末端,位置信息传送给主机机械臂,而从动机械臂则会根据所测量的位置关系来实现协调控制。根据控制反馈,从动机械臂的测距传感器被用于在各个方

向跟踪主机械臂的运动轨迹。主/从协调控制通常适用于松耦合协调焊接任务或刚性物体搬运的紧耦合协调任务等场合。

1.2 位置/位置控制

当主机械臂按照预先所规划的轨迹执行任务时,从动机械臂会沿着主机械臂的运动轨迹而运动,从而实现主/从机械臂之间的协调控制,而2机械臂相互之间没有力的作用,属于非刚性连接的运动并且焊接机械臂的任务执行是在中低速运动下完成的。因此,该双机械臂协调运动的主/从控制不需要考虑机械臂末端执行器的力控制问题,从而选择位置/位置控制方法。而在闭环控制律中,位置/位置控制则综合了2机械臂末端的位置信息,由于执行焊接任务的过程中,机械臂末端与操控目标间及2机械臂间会产生相对运动,因此需要2机械臂末端的相对位置保持不变,那么操控目标的位置就不会发生改变。这也就是说,从动机械臂末端的位置控制依赖于主机械臂末端的位置控制。

1.3 双机械臂协调运动学的约束关系

本课题中,双机械臂采用的均为六自由度机械臂,通过对双机械臂末端的位置控制,并结合机械臂的运动学模型来建立相关的末端位置和关节角度之间的变换关系,通过一组关节角 $(\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4, \theta_5, \theta_6)$ 来确定机械臂末端的位置及姿态。而机械臂的末端位置及姿态则分别可采用位置矢量 $\mathbf{P} = (P_x \ P_y \ P_z)^T$ 与姿态

$$\text{矩阵} {}^0\mathbf{R} = \begin{pmatrix} n_x & o_x & a_x \\ n_y & o_y & a_y \\ n_z & o_z & a_z \end{pmatrix} \text{来表示}^{[11]}。$$

而对于双机械臂协调系统,主机械臂子空间的描述可表示如下^[12]:

$${}^wU = {}^w\mathbf{H}{}^{mb}U = \begin{pmatrix} {}^{mb}\mathbf{R} & {}^{mb}\mathbf{T} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} {}^{mb}U。 \quad (1)$$

式中: ${}^{mb}U$ 来表示主机械臂的基坐标系; wU 表示大地坐标系;齐次变换矩阵 ${}^{w}\mathbf{H}$ 表示坐标系 ${}^{mb}U$ 与 wU 之间的变换关系; ${}^{w}\mathbf{R} \in \mathbf{R}^{3 \times 3}$ 为旋转矩阵; ${}^{w}\mathbf{T} \in \mathbf{R}^{3 \times 1}$ 为平移矩阵。

双机械臂基坐标系协调校准问题的本质其实是对齐次变换矩阵 ${}^{sb}\mathbf{H}$ 进行求解

$${}^{mb}U = {}^{sb}\mathbf{H}{}^{sb}U = \begin{pmatrix} {}^{sb}\mathbf{R} & {}^{sb}\mathbf{T} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} {}^{sb}U。 \quad (2)$$

式中: ${}^{sb}U$ 为从动机械臂的基坐标系; ${}^{sb}\mathbf{R} \in \mathbf{R}^{3 \times 3}$ 为旋转矩阵; ${}^{sb}\mathbf{T} \in \mathbf{R}^{3 \times 1}$ 为平移矩阵。

假设已求得主从机械臂之间的变换关系 ${}^{mb}\mathbf{H}$, n 自由度机械臂的运动学方程为 $f = f(q_i)$,其中 $q_i = (q_1, q_2, \dots, q_n)^T$ 表示 n 维关节矢量。那么,主机械臂末端执行器在基坐标系 ${}^{mb}U$ 下的位姿表达式则为 $f_{mr} = f_{mr}(q_i) \cdot {}^{me}\mathbf{H}$,其中, ${}^{me}\mathbf{H}$ 是用来表示主机械臂末端坐标系 ${}^{me}U$ 与主机械臂末端执行器坐标系 ${}^{mr}U$ 之间变换关系的矩阵。相似可得,从动机械臂在其基坐标系 ${}^{sb}U$ 下的位姿表达式为 $f_{sr} = {}^{sb}\mathbf{H} \cdot f_{sr}(q_i) \cdot {}^{se}\mathbf{H}$ 。

主、从机械臂相互之间坐标系的约束关系,如图2所示。

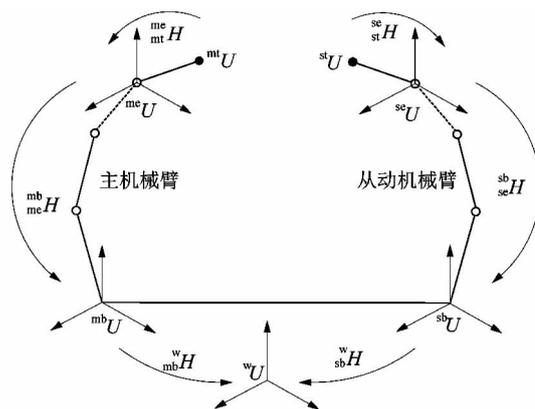


图2 双机械臂协调系统约束关系图

Figure 2 Interrelationship schematic of dual-arm coordination system

2 模型预测控制算法

笔者提出了一种基于模型预测控制算法下的主/从位置混合协调运动控制方法,机械臂的三维激光扫描仪测距传感器会向从动机械臂的位置控制器提供实时的位置修正。位置反馈控制循环可用来减少跟踪方向上的位置差异,从而提高位置控制精度并减少在位置控制系统中随机扰动的出现。

模型预测控制算法可以有效地处理多变量系统的约束目标优化控制问题。目标优化控制问题可分为稳态数学模型、稳态目标计算和动态控制这3个部分^[13]。笔者运用了模型预测控制算法中的运动预测模型、机械臂末端的位置反馈校正以及运动模型的滚动优化这3个基本控制策略。控制框图如图3所示。图中: y_{sp} 表示系统的设定输出; y_r 表示参考轨迹; u 表示输入; y 表示实际输出; y_m 表示模型输出; y_p 表示预测输出; e 表示误差。

2.1 模型预测

根据机械臂运动学模型,建立系统状态空间模型,并对其做离散化处理,可得:

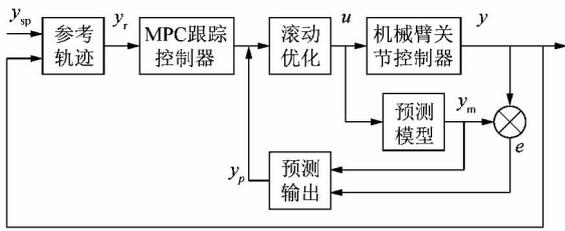


图3 模型预测控制框图

Figure 3 MPC algorithm block diagram

$$\left. \begin{aligned} x(k+1) &= A \cdot x(k) + B \cdot \Delta u(k); \\ y(k) &= C \cdot x(k). \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

式中:系统 $x(k)$ 表示机械臂末端的位置状态; $u(k)$ 为机械臂末端位置的输入量; $y(k)$ 为机械臂末端位置的输出量; A , B 及 C 则分别表示系统 k 时刻的参数矩阵。

根据动态矩阵控制理论,单位阶跃响应在各个采样点的值可以用动态系数 $a_i = [a_1 \cdots a_m]$ 来描述,其中 m 为模型时域长度。若某个 $k-i (k \geq i)$ 时刻输入 $u(k-i)$, 则 $\Delta u(k-i)$ 作用下的输出 $y(k)$ 可表示为

$$y(k) = a_i \cdot \Delta u(k-i). \quad (4)$$

根据线性系统叠加原理,若在所有 $k+j$ 时刻同时有输入,则对 $y(k+j)$ 的 N 步的预测输出可表示为

$$\hat{y}(k+j) = \hat{y}_0(k+j) + \sum_{i=1}^j a_i \cdot \Delta u(k+j-i), \quad (j = 1, 2, 3, \dots, N). \quad (5)$$

由式(5)可知,当系统的检测时域为 M , 预测时域为 P 时的预测输出为

$$\hat{y}_{PM}(k) = \hat{y}_{p0}(k) + A \cdot \Delta u_M(k). \quad (6)$$

$$\text{式中: } \Delta u_M(k) = \begin{pmatrix} \Delta u_M(k) \\ \Delta u_M(k+1) \\ \vdots \\ \Delta u_M(k+M-1) \end{pmatrix}; \hat{y}_{PM}(k) =$$

$$\begin{pmatrix} \hat{y}_M(k+1) \\ \hat{y}_M(k+2) \\ \vdots \\ \hat{y}_M(k+P) \end{pmatrix}; \hat{y}_{p0}(k) = \begin{pmatrix} \hat{y}_0(k+1) \\ \hat{y}_0(k+2) \\ \vdots \\ \hat{y}_0(k+P) \end{pmatrix}; \text{动态矩阵 } A =$$

$$\begin{pmatrix} a_1 & 0 & \cdots & 0 \\ a_2 & a_1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_p & a_{p-1} & \cdots & a_{p+M-1} \end{pmatrix}.$$

2.2 滚动优化

对于多输入多输出的系统滚动优化时,在任务执行过程中的任何周期都需要优化性能指标,且优化时

域会随时间变化而不断向前推移。

$$\min I(k) = \| y_r(k) - \hat{y}_{PM}(k) \|_Q^2 + \| \Delta u_M(k) \|_R^2. \quad (7)$$

式中:等式右边第1项是优化系统对参考轨迹的跟踪性能;第2项是在系统能够完成目标任务的情况下对其控制增量平稳性能进行优化。其中,期望轨迹为

$$y_r(k) = \begin{pmatrix} y_r(k+1) \\ y_r(k+2) \\ \vdots \\ y_r(k+P) \end{pmatrix}; \text{误差权矩阵为 } Q = \text{diag}[Q_1 \quad Q_2$$

$$\cdots \quad Q_P]; \text{控制作用权矩阵为 } R = \text{diag}[R_1 \quad R_2 \quad \cdots \quad R_M].$$

代入式(7)后,可得

$$\min I(k) = \| y_r(k) - \hat{y}_{p0}(k) - A \cdot \Delta u_M(k) \|_Q^2 + \| \Delta u_M(k) \|_R^2. \quad (8)$$

2.3 反馈校正

由于模型误差、环境变化以及其他干扰等诸多不可预见性的因素,在预测位置输出值与实际位置输出值之间则会产生较大的误差,因此需要及时的反馈来对模型进行修正,预测误差可定义为

$$e(k+1) = y(k+1) - \hat{y}_{PM}(k+1|k). \quad (9)$$

式中: $y(k+1)$ 为实际位置输出; $\hat{y}_{PM}(k+1|k)$ 为预测位置输出。

预测误差校正后的预测位置输出值为

$$\hat{y}_{cor}(k+1) = \hat{y}_{PM}(k) + h \cdot e(k+1). \quad (10)$$

$$\text{式中: } \hat{y}_{cor}(k+1) = \begin{pmatrix} \hat{y}_{cor}(k+1|k+1) \\ \vdots \\ \hat{y}_{cor}(k+P|k+1) \end{pmatrix}, \text{且 } \hat{y}_{cor}(k+1)$$

为 $k+1$ 时刻经过校正后系统的预测输出; $h = [h_1, \dots, h_p]^T$ 则为误差校正矢量,取 $h_1 = 1$ 。此外,跟随时间的变化,预测的时间点也会逐步地推进到下一时刻,并取校正值作为下一时刻的预测初始值进行计算。

3 双机械臂协调控制实验仿真与分析

根据1.3节中所构建的协调运动学的约束关系,使用基于MATLAB平台的Robotics Toolbox机器人工具箱来搭建三维空间的双六自由度机械臂模型^[14],对基于模型预测控制算法的主/从位置协调控制方式进行仿真分析,如图4所示。

根据从动机械臂对主机械臂末端位置的轨迹跟踪精确性的仿真实验目标要求,实验参数设置为主机械臂从坐标原点(0,0,0)作初始位置在三维空间 x, y, z 方向上的运动,运动轨迹坐标分别为: $X = \sin(t \cdot 2\pi/$

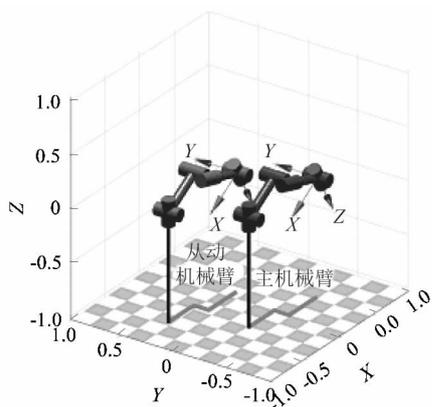


图4 双机械臂仿真

Figure 4 Dual-arm simulation

2 000), $Y = -0.8, Z = 0.8$, 并将其作为从动机械臂期望轨迹的输入量。从动机械臂末端从坐标原点 $(0, 0, 0)$ 开始对给出的期望轨迹进行预测跟踪, 仿真时间设为 2 s , 仿真点设置设为 2 000 个; 模型预测控制时域 $M = 50$, 预测时域 $P = 50$ 。实验结果如图 5~7 所示。

图 5 表示采用模型预测控制算法的从动机械臂末端位置分别在 x, y, z 方向上对期望轨迹的实时跟踪效果。由图可知, 该算法的应用使得从动机械臂末端在有很小的超调情况下快速地达到稳态, 很好地实现了对期望轨迹的跟踪。

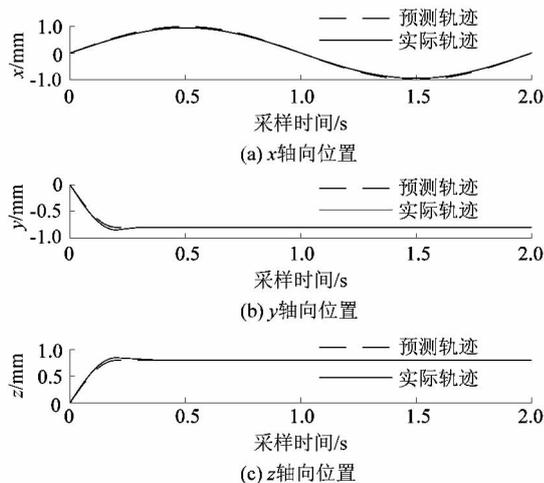


图5 实际轨迹与预测轨迹

Figure 5 Actual trajectory and predictive trajectory

图 6 为分别采用传统 PID 控制算法与 MPC 算法的情况下, 机械臂在 y 方向上前 1000 个采样点 (即仿真时间前 1 s 内) 的 PID 实际跟踪轨迹与 MPC 预测轨迹对比图。经对比可知, 模型预测控制算法相比于传统 PID 控制算法能够更快速且更加稳定地达到对期望轨迹的跟踪效果。

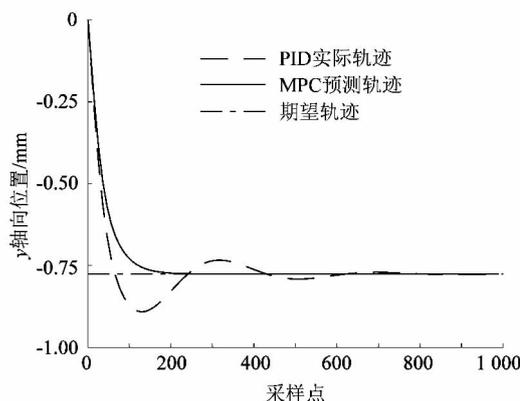


图6 MPC 预测轨迹与 PID 实际轨迹跟踪对比

Figure 6 Comparison of MPC predictive trajectory and PID actual trajectory tracking

图 7 为该算法对期望轨迹的跟踪误差。由于在 x 轴方向的期望轨迹为随时间连续变化的曲线, 因此轨迹曲线斜率的变化会导致跟踪误差呈现小幅的波动, 其误差均保持在 $\pm 0.05\text{ mm}$ 之内; 而在 y 及 z 轴方向的期望轨迹设定为固定值, 在有很小的超调情况下能够快速达到稳态, 其跟踪误差趋近于零。

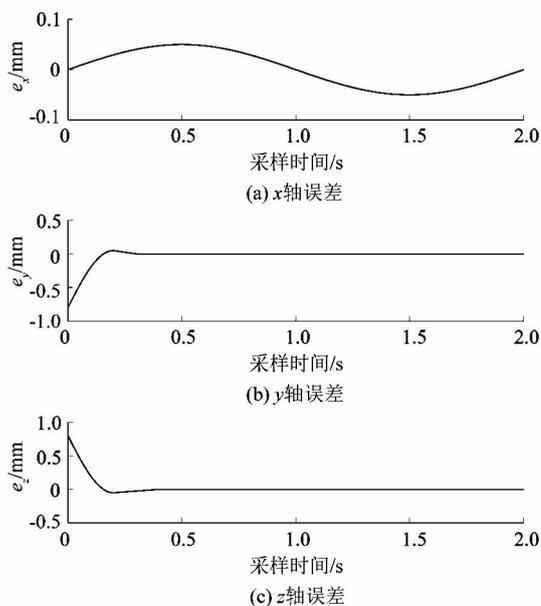


图7 MPC 轨迹跟踪误差

Figure 7 MPC trajectory tracking error

通过运用动态矩阵控制算法实现从动机械臂末端对主机机械臂位置的轨迹跟踪控制, 在存在误差的初始状态下, 使从动机械臂的实际输出轨迹能够快速且平稳地完成对参考轨迹的跟踪。从图 5~7 中可看出, 从动机械臂可以实现对主机机械臂末端目标位置的参考轨迹即期望轨迹的精确跟踪控制, 并取得很好的控制效果。

4 结论

课题组针对双机械臂高精度协调焊接作业的问题,基于模型预测控制方法,提出了双机械臂的主/从位置协调控制算法;并根据双机械臂运动学模型建立了双机械臂之间的约束关系,通过机械臂运动学分析求解得出满足期望性能指标的最优输入序列。仿真结果表明,应用模型预测控制算法作为位置解算法,通过运动学求得机械臂关节运动方案的最优解,使得机械臂末端的预测轨迹最终能够高精度、高实时性地跟踪期望轨迹。因此,基于模型预测控制的机械臂轨迹跟踪算法能够实现从动机械臂对主机械臂轨迹的实时有效跟踪,并具有很好的协同焊接作业性能。

参考文献:

[1] 李开霞,丁玲,赵江海,等. 双臂机器人末端一体化关节控制与驱动单元设计[J]. 机电工程,2017,34(9):1019-1023.

[2] HOGAN N. Impedance control: an approach to manipulation [J]. Asme Transactions Journal of Dynamic Systems Measurement and Control,1985,107(1):304-313.

[3] MEER D W, HSIA T C. Experiment in cooperative manipulation of flexible objects[D]. Stanford,CA: Stanford University,1995:25.

[4] JUNG S. Neural network impedance force control of robot manipulator [J]. IEEE Transactions on Industrial Electronics,1988,45(3):451-461.

[5] AGRAVANTE D J,CLAUDIO G,SPINDLER F,et al. Visual servoing in an optimization framework for the whole-body control of humanoid robots[J]. IEEE Robotics and Automation Letters,2017,2(2):608

-615.

[6] HUANG Panfeng, YUAN Jianping, LIANG Bin. Adaptive sliding-mode control of space robot during manipulating unknown objects [C]//IEEE International Conference on Control & Automation. Guangzhou,China:IEEE,2007:2907.

[7] AGHILI F. Adaptive control of manipulators forming closed kinematic chain with inaccurate kinematic model[J]. IEEE/ASME Transactions on Mechatronics,2013,18(5):1544.

[8] CHENG Wei,WANG Xuelin,MA Haiyan. Master-slave force control based on grey GM (1,1) model of robot gripper [C]//IEEE International Conference on Advanced Mechatronic Systems. Beijing, China:IEEE,2015:22-24.

[9] 邹涛,丁宝苍,张端. 模型预测控制工程应用导论[M]. 北京:化学工业出版社,2010:120-135.

[10] 刘永信,王玲琳,韩晓爽,等. 双机械臂协调控制综述[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版),2017,48(4):471-480.

[11] 朱齐丹. 六自由度机械臂逆运动学算法[J]. 机器人技术与应用,2014(2):12-18.

[12] JIANG Ming,FAN Mingqu,LI Aimin,et al. Coordination control of dual-arm robot based on modeled predictive control [C]//IEEE International Conference on Real-time Computing and Robotics. Angkor Wat,Cambodia:IEEE,2016:495-499.

[13] 李国勇. 智能预测控制及其 MATLAB 实现[M]. 北京:电子工业出版社,2010:255-298.

[14] CORKE P. Robotics, vision and control; fundamental algorithms in MATLAB[M]. Berlin:Springer Publishing Company,2013:189-280.

[信息·简讯]

· 产品信息 ·	西门子即将推出管理工业 4.0 通信网络的全新系统
----------	----------------------------------

西门子即将推出功能强大、面向未来的网络管理系统(NMS)Sinec NMS。它能够帮助用户全面应对市场对于工业通信网络日益增长的需求,例如联网程度的提高,数据量的增加以及网络结构的复杂性。用户量在 50 到 12 500 名之间的网络均可以使用该软件进行全天候集中配置、管理和监控。这有利于用户进行前瞻性规划,对问题做出快速响应,预防故障发生,从而提高生产率。该软件可适用于所有行业。

Sinec NMS 在整个工业网络架构中为用户提供极高的透明度。新组件可以轻松集成到网络中,并且可以对现有设备进行不间断地配置和维护。网络组件可根据名为“policies”的规则进行配置,该规则可用于特定范围的组件。例如,用户可以轻松更改访问设备所需的密码。这在用户网络配置期间和故障排除期间节省了大量时间,尤其是在配有大量设备的大型网络中。

NMS 的分布式部署方式使其可以轻松灵活地适应所有类型的工厂网络要求。为了管理大型网络,系统分为控制和操作 2 个层级。控制站是 Sinec NMS 的核心,它可以快速、清晰地显示网络的整体状态,操作管理也在这里进行;操作站本身分布在整个网络中,并将来自控制的配置规范应用在所有设备的控件上。作为现代网络管理系统(NMS),Sinec NMS 涵盖了 ISO(国际标准化组织)定义的 FCAPS 模型的所有 5 个基本功能:第 1,“故障管理”可以快速、轻松地定位故障;第 2,“配置管理”通过中央配置以及维护整个网络来节省时间和费用;第 3,“计费管理”通过测试网络和可靠地记录事件来确保安全;第 4,“性能管理”通过优化网络实现灵活性,通过生成统计数据让用户及时掌握系统状况,并通过持续监控网络实现高利用率;第 5,“安全管理”提高网络安全性。

Sinec NMS 还提供 2 个通用元素:系统管理和北向接口,用于满足对网络的工业要求。

(朱建芸)