



七軸機器人去毛邊 模擬環境之建立

7-Axis Robot Deburring Simulation

陳祖興

工研院機械所
智慧機器人技術組
控制與感測技術部

李勇志

工研院機械所
智慧機器人技術組
控制與感測技術部

關鍵詞(Keywords)

- 機器人去毛邊 Robot deburring
- 阻抗控制 Impedance control
- 七軸機器人 Seven-axis robot

摘要(Abstract)

近年來隨著工業自動化的快速普及，勞力密集且高危險的鑄件研磨漸漸被機器人取代，然而機器人的模擬扮演了設計系統過程中的重要角色，從機器人路徑規劃、運動學與動力學、控制系統、感測系統以及與環境的互動等，MATLAB Simulink 提供一個安全及便捷的模擬環境以及可視化的設計模組，配合 3D 動畫和圖表的輸出，使

用者可以直接觀察研磨的過程與結果，藉以修改設計參數，節省設計的時間以及成本。本文將簡單介紹基於 MATLAB Simulink 的機器人的模擬環境還有其工具箱，與基於七軸機器人研磨模擬的實作過程及原理，以及 3D 動畫顯示的方法。

With the rapid development of industrial automation in recent years, labor-intensive and dangerous grinding processes have been gradually replaced by industrial robots. Robot simulation systems play an important role in robot and control design processes such as path planning, kinematics and dynamics, control and sensor systems, and the interaction with the environment. MATLAB Simulink provides a safe and convenient environment for simulation and visualization of design modules. Designers can directly observe the



grinding process and results with the aid of 3D animation and graphs in a fast and convenient manner. This article will briefly describe the simulation environment based on MATLAB Simulink as well as its useful toolboxes, and explain the simulation approach for 7-axis robot grinding process.

1. 前言

金屬通常可以被焊接、模製、鑄造、修整或剪切來創造特定的形狀和大小。這些程序通常會產生粗糙的邊緣或突起，統稱為毛邊。去毛邊不只為了產品的品質、美觀和使用上能平穩耐久，更重要的是為了使用上的安全，即使是一個微小的突起物，都能造成勞工潛在的事故傷害。傳統鑄件去毛邊為一勞力密集且具有危險性之工作，拋光研磨工作大部分是靠手工磨削才能將毛邊去除，過程中消耗人力成本及時間非常高。另外，去毛邊工作所造成的工安風險極高(圖 1)，例如毛邊碎屑飛濺、誤觸研磨帶輪機都會對勞工造成傷害。因此去毛邊用機器人之研發有其必要性，來解決工安和勞力成本問題。常見的位置控制法在執行去毛邊的過程所引發的外力，包含反作用力和研磨所產生的震動並沒有適當的解決方法，這些外力極可能造成研磨加工產生誤差並衍生出機構安全問題。本模擬使用基於位置之阻抗力量控制法則(Position-based Impedance Control)在機械手臂的末端點加上力量感測器，讀取機械手臂末端點之作用力，來補償接觸力模型所決定之切削

力量與機器手臂末端點所承受力量之間的誤差量，協助機器手臂正確地控制施加於零件毛邊上的研磨力道。考慮到研磨的多變性以及工作空間利用上的最佳化，多軸(六軸、甚至是七軸)機器手臂已經被廣泛應用於工廠自動化，這也使得執行各種程序上的規劃難度會持續的提高。另外，力量控制所需要的控制變因較多，例如控制器與控制參數的選擇，常常無法準確預期系統的暫態響應與是否穩定收斂，這些不可預期的結果在實機測試上又有安全性的問題，電腦模擬在此扮演了相當重要的角色。Matlab Simulink 模擬提供一個安全且擬真的環境，從簡單的路徑規劃到運動控制和在 Virtual Reality 動畫端的顯示，來評估設計的可行性，並能預測實機使用上會遇到的問題與困難。



圖 1 傳統手工研磨板手情境

2. 七軸工業機器人研磨模擬環境介紹

MATLAB/Simulink 具有開放的工作環境以及豐富的應用工具箱，例如：Simmechanics、Robotics Toolbox、Virtual Reality Toolbox，為機器人控制系統提供方便與可視化的模擬環境。

2.1 Matlab Simulink 簡介

MATLAB 是由 Mathworks 公司所開發之一套

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】377期・103年8月號

每期220元・一年12期2200元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：www.automan.tw