



嵌入式夾爪力量感測 與即時控制技術

Embedded Gripper Force Sensing
and Real Time Control Technology

黃緒哲

國立台灣科技大學
機械系
教授

張巍瀚

國立台灣科技大學
機械系

林正彥

工研院機械所
智慧系統工程組
監控系統技術部

關鍵詞

- 壓電感測器 Piezoelectric Sensor
- 力量控制 Force Control
- 嵌入式控制系統 Embedded Control System

摘要

工業用機械手臂已廣泛應用於生產線上，夾爪需要夾持不同的物件，而不同的物件都有一定的受力容忍度，若不給予適當之力量監控，工件可能會被夾壞，或是無法正常夾起，因此如何控制手臂夾爪之夾持力量大小是一項很重要之主題。本文主要探討使用嵌入式微控制器作為核心之力量感測控制架構，配合自行設計的電路板與

驅動電路，以及壓電感測材料，裝置於機器手臂之手爪上，達成以嵌入式晶片結合力量感測器之機械手臂力量控制。並建立機械手臂控制器與夾爪微控制器溝通之二位元通訊橋樑，使此系統可達成機械手臂具備挾持力量監控之物體夾取、搬運、放置自動化操作能力。

Industrial robots have been widely employed in production line for various applications. The gripper is specified to grasp objects with different weight and force tolerance. If the grasping force is not well monitored, the object may be destroyed or fails successfully pick up. Hence, how to monitor the gripper contact force on-time is important for future intelligent applications. Although, robotic impedance control investigation had been proposed in literature by using multi-degree of freedom



torque-force sensor, it is too expensive and complicated for general industrial applications. Hence, robotic gripper with embedded force control function is a good choice for robot end-effector. Here, the piezoelectric material and force sensitive resistor (FSR) sensor are chosen as the gripper contacted force sensor and an embedded gripper control system is developed for the contact force monitoring. The model-free intelligent fuzzy sliding mode control strategy is employed to design the force controller. A communication signal is to manipulate the switch function between robot arm position controller and gripper force controller for object pick-and-place automatic operation.

前言

近年來由於電子科技與晶片之蓬勃發展，機械手臂與各種壓電感測器之工業應用越來越廣泛。其中有很多未來之潛在應用需要力量控制，無論是工業上的合作搬運、組裝、避障、去毛邊、外型量測與焊接應用，或生活上如握手、玻璃的擦拭、人體按摩等應用，都需要適當的控制機器手臂與工件間的接觸力量，因而有不同控制架構陸續被提出。現有之多自由度力量感測器太貴，且其控制亦困難。因此本研究使用微控制器為核心之嵌入式力感測控制架構，配合自行設計的電路板與驅動電路，以及裝置於機器手臂之夾爪內側上之壓電力量感測器，運用混和運動控制的概念，發展一套嵌入式壓電力量感測技術與夾爪機

構，建立機械手臂夾爪之簡易力量監控功能，使其可執行工件柔軟自動化取放之操作能力。

壓電感測器已經證實可用在快速和周期性的操作，與其他感測器相較，壓電感測器具有以下優點：壽命長、高靈敏度、頻寬範圍、測試頻率高與溫度適用範圍寬等優點。應用於感測技術上之常見壓電材料，主要是以 PVDF(壓電薄膜)與 PZT(壓電陶瓷)為主，根據先前之研究指出，PVDF 和 PZT 材料應用層面各有其優缺點。壓電薄膜與壓電陶瓷相比，有較好的壓電係數、介電常數和較大形變量，故本研究優先使用軟性壓電薄膜 PVDF 微感測元件。壓電材質本身訊號微弱必須使用訊號放大器，其磁滯效應會造成漂移電位之產生，PCB 壓電感測器會有不定性電位上升與下降之問題，較適用在大荷重與高頻變化情形，本研究中在空間整合實驗上選用 FSR 壓力感測器與 PCB 壓電感測器做比較。

1. 文獻探討

18 世紀就發現壓電材料，1824 年 Brewster 發現電氣石(Tormaline)的焦電效應，1920 年開始研發人工合成之壓電材料，1947 年麻省理工學院發展出人工合成之壓電材料鈦酸鋇($BaTiO_3$)，目前壓電材料已被充分運用在各個領域上面[1-2]。在 1989 年 Barsky 等人[3]以 PVDF 壓電薄膜為感測器置於機械夾爪上量測力量改變率，另一側使用應變規獲得力量資訊，整合為一 PD 控制系統，並以實驗驗證壓電回授之力量改變率可有效降低系統暫態響應之超越量，同時使上升時間明顯的

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】352期・101年7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