



力回授於工業機器人之應用

Force Feedback on Industrial Robot

黃淵勇

工研院機械所
智慧機械技術組
數值控制部



關鍵詞

- 柔順性控制 Compliant Control
- 力量控制 Force Control
- 自然約束 Natural Constraint
- 人爲約束 Artificial Constraint

摘要

工業機器人有顯著多樣性的特徵，乃是由於機械臂的末端可以是不同型式的工具，多樣性的特性是工業機器人與數值工具機的主要區別，另外，工業機器人具備製造過程中三種基本的功能，即材料處理、作業與量測，力量回授控制在作業任務中扮演了關鍵的角色，如去毛刺、研磨、轉螺絲與裝配，有了力量控制，才能賦予工業機器人執行剛性自動化與彈性自動化的任務。

The industrial robot is a machine with significant characteristics of versatility due to the manipulator's end effector, which can be many tools of different types. Its enhanced versatility is the essential feature that differentiates an industrial robot from a numerically controlled machine. It presents three fundamental capacities that make it useful for a manufacturing process: material handling, manipulation, and measurement. The force feedback control plays a key role to fulfill the tasks of manipulation such as deburring, grinding, screwing and assembly. With force control, the industrial robot can be entrusted with task both in rigid automated systems and in flexible automated systems.

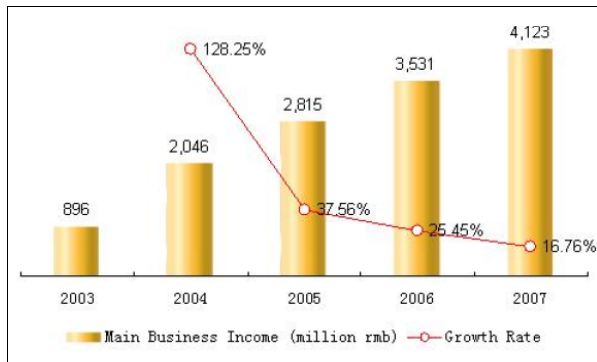
前言

隨著全球人口結構高齡化、少子化的趨勢，在



可見的未來，企業員工數量越來越少，勞動成本越來越高，加上消費者偏愛客制化的產品，市場產品呈現多樣性且產品周期越來越短，尤其以消費電子產品最為明顯，在競速、大量生產且產品多樣性的製造業裡，工業機器人是最好的生產製造工具。

就工業機器人而言，美國 2007 年的需求約為 21,000 台，比 2006 多了 17%，歐洲 2007 年銷售量成長了 10%[1]，亞洲地區日本產業機器人 2007 整體產值創新高[JRA Statics]，根據 2009 年中國工業機器人市場報告指出，從 2003 年到 2007 年，中國的工業機器人毛利潤都在二位數以上的成長，如圖一所示。隨著開發中與已開發國家產業持續的自動化，全球產業機器人預期將呈現長期成長的趨勢。



圖一 2003 年到 2007 年中國工業機器人的營業收入與成長率[2]

日本 Yaskawa 電器公司，在 2007 年 11 月 28 日，於日本國際機器人展發表了 Motoman SDA10 人形雙臂機器人，如圖二所示，其便是應用力量回授控制於高階的工業應用，如電動機械的裝配與線束(wire harness)裝配，其能高速的運動且靈活的動作，SDA10 共有 15 個轉軸，每一隻手臂各七個轉軸，另外的單一轉軸裝在基座上作基底旋轉，每一個轉軸皆包含馬達、編碼器、減速機和煞車，且每一軸都要求體積小與輕量化的封裝，使用的馬達體積只有市面上 AC 馬達的三分之一。傳統的鑄造業是勞力密集的產

業，ABB 在 2007 年 10 月，建立了“Force Control Machining”的系統，如圖三所示，將力量回授控制的技術應用在機械臂上，使鑄造過成中的研磨、去毛刺和拋光的作業全部由機械臂執行，因此，將節省時間、提昇產線的一致性與提高鑄造品質。由此可知，力量回授在工業機器人上的應用越來越受到國際大廠的重視。



圖二
Motoman SDA10[3]



圖三
ABB 的“Force Control Machining”系統[4]

力量回授控制技術

機械臂與環境之間一連串交互作用的控制，對許多實際任務的成功執行起了決定性的條件，典型的例子包含拋光、磨削、去毛刺、加工元件、裝配、路徑學習。在交互作用期間，環境往往對機械臂末端設置了約束運動的條件，約束運動乃是由幾何路徑的約束所造成。於是，接觸運動包含無約束模式與約束模式之間的相位轉移，控制切換無論是從無約束模式至約束模式，或從約束模式至無約束模



更完整的內容

請參考紙本【機械工業雜誌】317期・98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