



力量感測技術於 機器人拋光上之應用

Application of Force Estimation Technology
on the Robot Polishing

蕭欽奇

工研院機械所
智慧機器人技術組
機器人系統應用部

關鍵詞(Keywords)

- 力量感測 Force Estimation
- 機器人 Robot
- 拋光 Polishing

摘要(Abstract)

機器手臂之力量控制並不是創新的技術，至今已經研究超過 30 年了，雖然該技術在工業上仍未出現殺手級的應用，但在一些特殊的生產作業上，如金屬製品的拋光，此技術仍可提升生產力與產品品質，並且降低成本。拋光可說是成品完成前的最後一道工作，除了直接影響產品的品質之外，其所佔的加工時間與成本的比例更是相當

的高。對於這樣一個重要的工作，由於技術層次不高，工作性質枯燥無聊，現代人多不願從事此項工作，使得拋光作業成為許多行業的一大困擾。因此，如何提升拋光作業的自動化實為當前的一個重要課題。

Force control of robot arm is not innovative technology and related research has been published for more than 30 years. Although there is no “killer application” in industry, in some special production operations such as polishing metal products, it can improve productivity, product quality, and decrease cost. Polishing is the last operation for manufacturing and requires a lot of processing time and cost. For such an important operation, because the technical level is not high and boring, most people are not willing to engage in this work. Polishing operation has become a big problem in



many industries. Hence, automated polishing operation is an important issue.

1. 前言

機器人(或稱機械手臂)是具有模仿人類手臂功能並可完成各種作業的自動控制設備，其組成包含了機械主體、運動控制器、伺服機構和感應器等，並可由程式化的方式設定機器人一連串的動作。在 1980 年代機器人已成功的應用於汽車製造業等產業，並廣泛應用在許多工業生產作業，如搬運、組裝、噴漆、焊接、高溫鑄鍛等繁重或重複性工作[1]。雖然機器人可以完美地處理上述的生產作業，但還有少數工業生產作業無法被完美地滿足，如研磨、拋光。傳統的工業機器人因採用伺服控制，故工業機器人被設計成擁有極大的剛性，使其在運動過程或執行任務中能夠抵抗外力對機器人的干擾。在實際的狀況下，對於高剛性的工業機器人手臂末端，只要手臂末端產生位置誤差，工業機器人與環境之間的接觸力就會不符合預設的作業條件，此時的伺服控制系統為了補償偏離的位置誤差，最壞的狀況會導致物件、工業機器人手臂末端或手臂末端的 End-Effector 受損[2]。因此，以工業機器人為主體的自動化應用，必須先掌握精確的機器人與所接觸的環境模型。在一般的工業生產環境，此條件大部分都可以滿足，但對於拋光或研磨作業而言，精確的環境模型卻是很難獲得的。

拋光(Polishing)是使工件產生平滑鏡面的精密研磨技術，其目的在於使工件表面粗糙度及平

坦度達到一定的可容許範圍，常被廣泛的使用在金屬、陶瓷、玻璃及晶圓等材料表面的精密加工。以模具表面精光作業為例，整個作業可細分為三個部分，分別為研光、研拋光、拋光。其中，研光的目的是在於提升模具的尺寸精度及形狀精度；研拋光與拋光的目的為降低模具表面的粗糙度，減少拔模時的阻力並增加模具表面光澤性，藉以提升成品外觀[3]。在拋光過程中，研磨工具與被加工物表面之間必須保持著一個恆定的接觸力(因力量方向與表面垂直，故亦稱正向力)，被加工的物件才能達到想要的平滑度與精確度。若是以位置伺服控制進行拋光作業，使用者必須事先要做準確的校正且工業機器人同時需具有很精確的運動軌跡，才能準確一致地進行研磨拋光工作，否則容易造成工件施力不均，因而毀壞工件[4]。

對一個工件做拋光處理，在實務上是非常困難的一件事，原因是工件或工業機器人自身皆存在著些許誤差，換言之，機器人與所接觸的環境模型是幾乎無法獲得的。因此，實務上的作法是以主動的力量迴授技術或是利用一些被動元件，如彈簧，使研磨工具與被物件表面之間保持一個恆定或可容許範圍內的接觸力量，進而確保拋光品質。

2. 控制上的作法

對焊接、搬運、噴漆等工作，機器人的末端的 End-Effector 在運動過程中不會與環境接觸，故機器人只需位置伺服控制就足以勝任工作。但對於會與環境接觸的作業，如研磨、磨光、裝配等，

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