



# 應用學習自動機方法 於主從式控制參數調整

Tuning of Master-Slave Control Parameters

Using Learning Automata Methodology

**吳岳臻**

國立臺北科技大學  
機電整合研究所  
研究生

**葉賜旭**

國立臺北科技大學  
機電整合研究所  
副教授

**李建毅**

工研院機械所  
智慧機械技術組  
資訊與資源部

## 關鍵詞(Keywords)

- 主從式控制 master-slave control
- 參數調整 parameter tuning
- 學習自動機 learning automata

## 摘要(Abstract)

在本研究中，我們探討使用學習自動機方法進行主從式控制架構的控制參數調整；該主從式控制架構為業界所熟知且廣泛應用於具有同動軸功能之工業應用。針對所探討之主從式控制架構，儘管其控制參數的設計可藉由系統化的方式進行；然而，該些控制參數的調整卻極為重要且困難，主要是所使用的模式化控制參數設計方式

於實際應用時往往具有模式化誤差與不確定性。因此在本研究，控制參數調整可藉由學習自動機方法的使用而自動化，該方法可透過系統與實際作業環境進行隨機試誤的互動操作程序以進行控制參數調整；此外，該方法亦可藉由機率密度函數的設計提供增強的收斂訊息以加速控制參數調整收斂。多種可同動運動軸的控制參數調整方式亦在本研究裡進一步地討論與比較；並且，其結果可用以選擇適當的參數調整方式以提昇多軸運動時之同動性能。

In this study, we investigate the use of the learning automata methodology in tuning the control parameters of a master-slave control structure, which is well-known and widely used in industrial applications with synchronous motion axes. Although the control parameters for the



master-slave control structure can be designed using systematic approaches, the tuning of these control parameters is very important and difficult in practical applications because of modeling errors and uncertainties in model-based control design approaches. Therefore, in this study, the tuning process is automated using a learning automata methodology that operates through interactions with actual working environments using a stochastic trial and error process; it also provides additional convergence information through probability density functions. Several tuning methods that can synchronize motion axes are further discussed and compared in this study. The simulation results can be utilized for selecting a suitable control parameter tuning method to improve the synchronous performances of multiple motion axes.

---

## 1. 前言

---

機械系統依其移動特性可區分為兩種不同的運動方式：定點移動與循跡移動。定點移動其運動精度決定於每個定位點的相對位置精確程度，至於點與點之間的移動軌跡並不影響其運動精度；循跡移動其運動精度則決定於移動軌跡依循路徑的程度，對於起點與終點的相對位置精度，反而不是顯得特別重要。在本研究中，主從式控制架構廣泛應用於具有同動軸功能之機械系統；因此，主從式控制架構之運動特性應歸屬於循跡移動，亦即控制架構與控制參數設計的要求需降

低多軸運動時所造成的同動誤差。例如：在工具機剛性攻牙的過程中，移動軸需配合主軸轉速進行同動控制。儘管現有諸多先端運動控制架構可改善機械系統的運動軸同動響應，如交叉耦合控制架構[1,2]與零相位誤差追跡控制架構[3]等；但是，主從式控制架構普遍受到產業界的重視並廣泛應用，主要是該控制架構簡單，並通常透過簡單的參數調整過程即可獲得不錯的軸向同動控制結果。儘管如此，現今的控制參數調整方法多使用於各獨立軸響應的提升，對於如何調整適當的控制參數，使機械系統軸向運動時的同動性能獲得提升，仍極為有限。因此，本研究在主從式控制架構下，進行控制參數自動調整法則設計，可自動產生適當的主從式控制系統參數，以提昇機械系統之軸向同動運動精度。

由於機械系統之軸向同動運動明顯地受到機械操作時的環境因素影響，因此設計控制參數自動調整法則，並使其可學習適應實際的機械運動環境，為本研究發展重點。近年來，因為電腦技術的快速發展，無關系統設定、操作環境和控制結構的非模式化機械學習方法已經被廣泛且多樣化的應用；然而，複雜的機械學習方式通常難以被實現，並且冗長的學習過程通常耗費時間。因此，較為先進的機械學習方法，如類神經網路系統(neural network)和基因演算法(genetic algorithm)等，通常需要有較好性能的電腦具體實現。以隨機自動操作方法在未知與不可預期的操作環境中進行機械學習模式的建立在 1950 年代已被提出。該些學習方法可機率性地自動調整系統的動作(action，在本研究的應用係指控制參數)，根據外界未知環境對系統的輸入，以及系統輸出與外界

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】360期・102年3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](http://www.automan.tw)