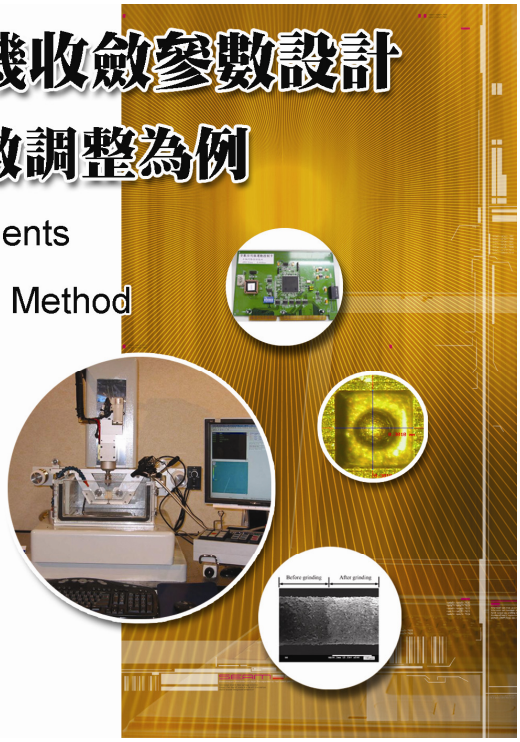
應用田口方法於學習自動機收斂參數設計—以交流伺服馬達驅動器參數調整為例

Optimal Design for the Convergence Coefficients of Learning Automata Method Using Taguchi Method and Regression Analysis



沈奕均
國立台北科技大學
機電整合研究所
研究生

葉賜旭
國立台北科技大學
機電整合研究所
助理教授

孫金柱
工研院機械所
智慧機械技術組
資訊與資源部
經理

關鍵詞

- 田口方法　Taguchi method
- 學習自動機　Learning automata
- 交流伺服馬達　AC servomotor
- 控制參數　Control parameter
- 自動參數調整　Auto-tuning method

摘要

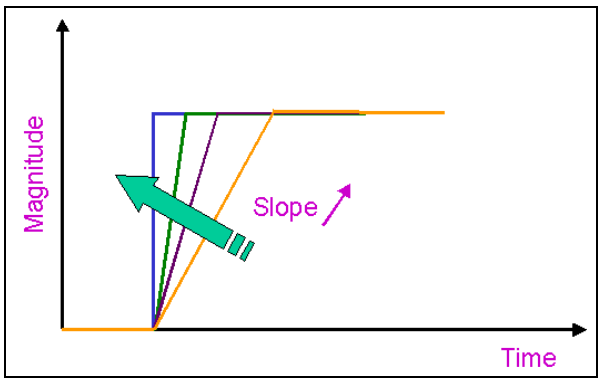
伺服機構的運動精度除取決於必要的機械因素外，伺服驅動系統的控制參數設計亦是發展重點。近年來，以學習自動機為基礎的控制參數調整方法已在實際的實驗與應用中証實為可行，調整結果不但可使系統具有良好的操作性能，而且可不需要知道非常明確的系統模型與操作環境因素。然而，學習自動機中的收斂參數設計仍取決於系統開發人員對系統的操作經驗以及對系統作動特性的瞭解。因此，有必要研究系統化的收斂參數設計方法，不但可計算最佳的伺服驅動系統控制參數，且可提高最佳解的收斂速度。本研究使用田口品質設計實驗法與回歸分析，進行學習自動機收斂參數的最佳設計。經由實機的測試與驗證，以田口實驗方法所設計的最佳收斂參數，確實可提高學習自動機應用時的收斂速度，並且所獲得的最佳控制參數可提昇運動控制系統的循跡精度。

With the exception of unavoidable mechanical factors, the motion accuracy of servomechanisms strongly depends on the design of control parameters of the applied servomotor packs. In recent decades, the feasibility of the parameter tuning method based on the learning automata method has been verified through experiments and practical applications. The obtained control parameters can usually ensure good motion performances of the applied motion control system in the absence of precise models of controlled plants and

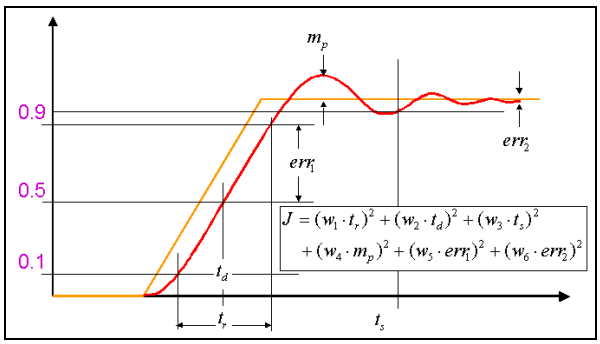
operation environments. However, the convergence coefficients of the learning automata method are set according to the experience of designers and the characteristics of tuned physical plants. Therefore, it is necessary to develop a systematic method for designing convergence coefficients such that the learning automata method can be applied to obtain optimal control parameters and the convergent speed while using the learning automata method is increased. In this study, an optimal design that is based on the Taguchi quality design method and regression analysis is developed in order to systematically design the convergence coefficients of the learning automata method. Several tests and experiments are performed for evaluating the proposed approaches, and the experimental results show that the convergence coefficients obtained by using the proposed approaches increase the convergent speed in the learning automata method. Moreover, the obtained optimal control parameters yield good contouring accuracy for the applied biaxial servomechanisms.

運動控制參數調整方式與目標

本研究在使用伺服馬達(Mitsubishi Elec.)既有的控制架構下，調整適當的控制器參數，不但使各軸的追隨誤差得以降低，改善系統的追跡響應，並使各軸的動態特性得以適當的匹配，使多軸系統的追跡與循跡運動性能獲得提升。本研究所採用的控制器參數調整分兩階段進行：獨立軸準動態特性控制器參數調整以及匹配軸準動態特性控制器參數調整。此系統將先調整具有較大伺服落後的運動軸(該軸通常具有較大的負載因素)控制參數，使其具有較小的追隨誤差與適當的獨立軸響應，再調整具有較小伺服落後的運動軸(該軸通常具有較小的負載因素)控制參數，使其匹配具有較大伺服落後運動軸的準動態特性。在控制器參數的調整期間，對具有較大伺服落後的運動軸施予不同斜率變化程度的位置運動命令，如圖一所示。位置運動命令的變化程度應由斜率低變換到斜率高，極限的運動命令爲步階命令(Step position command)。然而，由於該運動軸爲具有較大伺服落後的運動軸，換言之，該軸通常具有較大的負載因素，爲避免運動軸受到機械破壞，步階運動命令應儘量避免使用。在此階段的參數調整，可使用參數調整法使運動軸具有最小的目標函數值，如圖二所示，其目標函數爲安定時間、上升時間、延遲時間、最大超越量、暫態誤差與穩態誤差作爲較大負載軸之目標函數。然而，由於伺



圖一　獨立軸準動態特性控制器參數調整位置命令變化曲線



圖二　獨立軸準動態特性控制器參數調整參考指標

更完整的內容
請參考紙本【機械工業雜誌】325 期・99 年 4 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