

機械手臂在未知不確定參數下之追蹤控制*

徐國鎧 朱鵬憲 尚立人**

本論文針對機械手臂在未知不確定參數情形下，提出適應性滑動模式控制器之設計，在不確定參數上界未知情形下，本論文所提出之適應性滑動模式控制器可使機械手臂穩定及降低抖動（chattering）現象，除此之外，亦可保證機械手臂之追蹤誤差（tracking error）趨近於零，因而能保證未知不確定參數上界估測法則之收斂。最後，利用模擬驗證控制器的性能。

關鍵詞：機械手臂、追蹤控制、參數不確定性。

一、緒論

位移控制或追蹤控制對於機械手臂控制是一重要目的，位移控制用於機械臂與外在環境無相互影響下追隨著參考軌跡移動。近來，有很多控制方法應用在機械臂控制，先前的控制方法採用非線性控制機械手臂。無論如何，這些控制方法須要已知未知不確定參數的上界值，但是上界值與機械臂慣性矩陣、參考軌跡及機械臂狀態向量有關所以不易得知。Spong 針對機械臂在未知不確定參數情形下提出一簡單控制法則，但其控制法則中須知到未知不確定參數上界值。無論如何，未知不確定參數上界值不易求得及控制器僅使最終追蹤誤差收斂於一範圍。之後、Koo 和 Kim 提出應用死區（dead zone）設計簡單適應性法則估測未知不確定參數上界值，但此方法只能保證機械臂最終追蹤誤差收斂於一範圍且控制輸出有嚴重的顫抖現象。

二、新的控制器設計

本文利用機械手臂的物理特性，針對機械手臂在未知不確定參數情形下設計一個改良型適應性可變結構控制器，利用適應性法則（adaptive law）估測未知不確定參數上界。此控制器不但能保證系統輸出追蹤誤差趨近於零，並降低系統於轉換面之抖動現象。解決已往應用可變結構控制理論在滑動面上之抖動現象，且因參數估測法則為一與追蹤誤差有關之積分式，先前之控制器有抖動現象會使得估測值無法收斂，而本文提出之控制法無抖動現象，所以參數估測值於時間趨近無限大時能收斂為一有限值。最後，考慮二軸鋼性機械手臂其系統參數未知且存有外部雜訊干擾下做機械手臂之手臂移動軌跡追蹤模擬驗證控制器的性能。

三、結論

本文所提之新的控制方法在不須知到未知不確定參數上界值之條件下能保證機械臂系統軌跡追蹤誤差收斂於零，並且系統輸出無顫抖現象。模擬結果顯示顫抖現象明顯降低，軌跡追蹤誤差收斂於零所以時間趨近無限大時參數估測值為一有界值。

* 曾刊載於：Journal of The Chinese Institute of Electvical Engineering,
Vol.3, No.3, PP.253-259, 1996.

** 徐國鎧：國立中央大學電機研究所教授，朱鵬憲：國立中央大學碩士，尙立人：
四海工商專校電子科助教