

# 第一章

## 緒論

### 1.1 研究動機

傳統線型定位控制架構是以傳統的旋轉馬達加上齒輪、皮帶以及導螺桿等機械傳動架構，將旋轉運動方式轉換成線型方式，由於滾珠螺桿有間隙的問題，因此於定位上的準確度就有一定的誤差存在，相較於線型馬達，其本身架構上的簡單且具有直接驅動、安靜以及高可靠度等特性，近年來已逐漸地應用於工業上各種精度性較高的控制上，例如交通及運輸系統、工廠自動化系統以及醫療機器等控制。然而縱使線型馬達具有上述種種優點，但由於線型馬達移動過程易受溫度、雜訊、磁飽和以及負載等環境干擾影響導致操作性能而變動，如同文獻[1]~[3]所提，即較易失去原先精密定位控制的優良特性，以至於破壞了外迴路的轉速或位置的控制效果。因此為了於理論及實務面上解決上述問題以改善線型馬達驅動器的定位控制效能，爰有本論文之相關研究產生。

### 1.2 文獻回顧

線型馬達驅動器是一個涉及電力轉換器、線型馬達與控制理論的機電整合系統學門[4-7]，其操作特性在電流迴路控制上非常依賴於電流控制型 PWM 逆變器(Current-controlled PWM Inverter)之性能，而在速率控制迴路與位置控制迴路則是仰賴馬達位置檢測之準確性。此外，為了改善線型永磁同步馬達(Linear Permanent Magnet Synchronous Motor, LPMSM)動態模型參數易受溫度與不同操作條件

變化影響之缺點[4-10]，在實現上必須應用具有強健性的定位控制策略，以提昇線型永磁馬達馬達之驅動性能。

一般常用的定位控制策略有模糊控制(Fuzzy Control) [11, 12]，類神經網路控制(Neural Network Control) [13]，強健控制(Robust Control) [14,15]，可變結構系統控制(Variable Structure System Control) [16-17]等。其中模糊控制較適用於受控體模型未知或具有許多不確定性之情形，事先需花費許多時間於訓練分析資料上，才能決定較佳之控制邏輯。至於可變結構控制[16-17]雖可藉由適當的順滑面(Sliding Surface)設計同時擷取兩個或兩個以上結構的優點，但是由於其系統軌跡進入順滑面時不同結構間的高頻切換會產生切跳效應(Chattering Effect) [16-17]，輕者造成干擾或雜訊，重則導致系統的不穩定；在硬體的實現上亦由於其不定頻的開關切換，增加了數位化實現的難度。反觀由本(電力電子)實驗室所提出之定結構滑模控制[18-20]理論，不僅可以消除切跳效應產生的高頻雜訊，並且兼具滑模控制強健性的優點，此外更由於其固定結構的特性使得設計簡單、實現容易，過去亦成功地應用在文獻[18]與[20-22]的控制器設計上。故於本論文中將以此控制法則作為控制的理論基礎。

### 1.3 本論文之貢獻

本論文之主要貢獻可歸納如下列幾點：

- (1)結合本實驗室研究成果[18]中所提定結構滑模控制之線性控制理論，針對線型永磁馬達之位置控制設計其定結構滑模定位控制

器，以達到強健控制效果，同時消除了傳統可變結構控制之切跳現象。由於求得其閉迴路極點之特徵方程式，可利用比較係數法配置適當極點，使其具有設計簡單、易於實現等優點。

(2)設計一負載推力估測器，將原本定結構滑模定位控制器輸入項中唯一無法掌握之負載推力項，利用估測器估測，並前饋至定結構滑模定位控制器，改善其動態響應。而其負載推力估測器實現在數位控制器時，又可以差分方程式形式直接整合至定結構滑模定位控制器之輸入項中，使原本無法掌握之負載推力項皆可用已知項取代。

(3)完成壹全數位化控制器之實體製作。由於所設計之定位控制器在實作上採用德州儀器生產之TMS320F2812 數位訊號處理器之eZdsp版本，以數位化的方式實現，因此相較於一般常用的類比控制器，具有體積小、雜訊低、實現容易及易於維護等優點。

## 1.4 本論文之內容概述

本論文以下各章節之內容可概述如下。首先在第二章針對線型馬達作一簡單之介紹，並對其動作原理加以說明；接著以一般旋轉型同步機為基礎，再循序推導線型永磁馬達之數學模式。於第三章，吾人根據線型永磁馬達之數學模式以及定結構滑模控制理論，針對線型永磁馬達之機械系統，設計其位置控制迴路之定結構滑模定位控制器，藉此避免傳統可變結構滑模控制中所產生之切跳現象，並為其無法掌握之輸入項設計一負載推力估測器，最後加以模擬驗證。而在第

四章中則論及如何製作一實體線型永磁馬達驅動器電路雛型，並以 C 語言撰寫該控制器之軟體，之後並進行實際測試，以確認所提之控制器之性能。最後在第五章作一總結，並列舉幾點值得未來繼續研究之方向。

