

視窗化電梯控制系統之設計與應用

劉國華

摘 要

在資訊科技時代進步裡，工作繁忙及時間緊迫，平均每個人每天都會搭乘電梯，所以「搭電梯」已經成為日常生活的一部份，從走出家門、進入辦公場所、外出洽公、甚至停車場內，無一處不使用電梯。本文主旨即在利用可程式控制器(PLC，Programmable Logic Controller)做為電梯控制系統的主體架構設計；視窗化部分則透過圖控方式規劃製作。視窗化電梯控制系統採用 Delta 圖控軟體在電腦上直接對電梯做監控導引，再經由電腦與可程式控制器的通訊連線實現完成之，並且利用模糊理論(Fuzzy Logic)之邏輯推理控制方法應用於電梯運行情況規則，通過進一步處理所選模糊控制法則，最終確定電梯運程序，提供搭乘者更短的搭乘時間及樓層距離定位更精準。最後將有模糊邏輯控制及無應用此模糊邏輯推理控制方法作一比較，經由實驗數據結果，得知前者展現了較佳的效能。

關鍵詞：可程式控制器、模糊理論、圖控軟體、電梯。

Design and application of an elevator control system based on window

Kuo-Hua Liu

Abstract

In the era of information technology, due to busy work and tight schedule, almost everyone takes elevator daily. Taking elevator has become a part of our daily life, as elevators are used at home, in office building, and even in parking lots. This study applied PLC (Programmable Logic Controller) in an architectural design for the elevator control system and used the graphic control planning to produce the window display. The windowing elevator control system adopts Delta graphic control software to directly monitor and direct the elevator, and establish the communication between the computer and PLC. In addition, the fuzzy logic control method is applied in the design of elevator operating rules. The final elevator operating procedure is determined by further processing of the selected fuzzy control rules to provide elevator riders with shorter riding time and more accurate positioning of floor distances. Finally, comparison of the fuzzy logic inference control methods with those without fuzzy logic control found that the former has a better performance.

Keywords : programmable logic controller, fuzzy logic control method, graphic control software, elevator .

壹、研究動機與目的

由於科技的高度發展和國內經濟的起飛及人口向都會區集中，因而使都會區的建築物普遍朝高樓大廈發展，電梯即是在這種情況下的時代產物，因為可以提供人們上下高樓的便利性。

電梯的控制方式普遍採用下列三種控制方式：(1)、繼電器控制方式。(2)、可程式控制器(PLC)控制方式。(3)、微處理機之單晶片控制方式，上述之三種控制方式其繼電器控制系統較可能發生故障率高、可靠性差、接線複雜、通用性差等缺點。1983 年微處理晶片數位式邏輯系統控制器導入電梯使用，此後正式成為電梯控制之主要發展方向，致使電梯的電氣控制方式進入了一個新的發展時期。可程式控制器控制系統及微處理機之單晶片控制系統具有控制系統體積減小、節能、可靠性提高，尤其是對群控、通訊等複雜電梯控制功能更具優越性，因此，可程式控制器(PLC)之程式編輯採用易學易懂的梯形圖語言，且具有控制靈活方便、可重複使用、程式記憶體與外部輸出容量可彈性擴充、抗干擾能力強、運行穩定可靠、能與電腦連線操作等特點[1-2]。

由於電梯不再只是輸送的工具而已，都希望加強運輸調整功能，提供順暢便捷的運作服務，因而發展不僅僅快而且又要

舒適的電梯成為生產電梯業界的主要課題。然而每天出入大樓的經常人來人往，致使電梯的使用頻率也因乘用時段而有所不同，控制器之管理系統能隨時配合乘客的流量變動[3]。

電梯控制系統是大部分都是藉由微電腦的軟硬體結構，並搭配週邊的各式各樣的感應器及預先所規劃之複雜的各式操作程式，結合成所謂之人工智慧，精準的監控及導引各部電梯的動作，是以下列方法為基礎：

(一)、模糊邏輯(Fuzzy Logic)：

模糊理論是根據不明確的訊號，透過近似推理的過程，且經過運算而得到明確的結論，類似人頭腦中「過程模糊，結果明確」之思維特徵相類似。使用模糊邏輯數學分析統計法，能快速的找出任何時刻最適合的運行模式[4]。

本文主要以小型電梯控制系統，結合 PLC 控制技術的特點，提出了一套結合模糊邏輯理論，將推理、判斷、決策、控制等之知識思考行為，轉化成為知識庫及規則庫儲存於電腦中，再經由模糊理論法(fuzzy theory)以數值計算方法完成推論，實現於此電梯控制系統的視窗化之設計與應用。本文主要是針對電梯等待時間及搭乘時間做一完整分析，並利用可程式控制器(PLC)為控制核心，視窗化圖控採用 Delta 圖控軟體 Delta Screen Editor，在

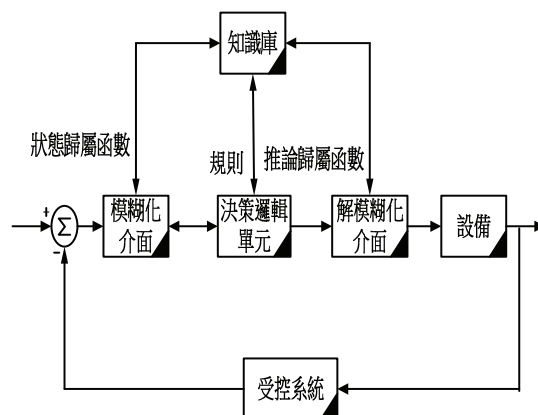
電腦上直接對電梯做監控導引，再經由電腦與可程式控制器的通訊連線實現完成之。本系統是一種機電整合之教材，是電機、電腦與控制工程的融合，所得成果可作為機電整合或科學教育之教學教材。

貳、模糊理論介紹說明

模糊理論從最早十年間的理論發展到後來各式各樣的應用，其理論講究的是近似推理(Approximation reasoning)，不以精確計算為手段，只要差不多就好，如今差不多精神卻成為了模糊理論解決問題的利器，但這個差不多指的是根據不清晰的資訊，透過差不多的推論過程而得到精確的結果。

模糊控制主要是在直覺和人工經驗的基礎上，建立所需的知識庫，並可看成一組決策法則，根據輸入值滿足系統條件(歸屬函數)的程度，給予一個特定值，稱作 grade(歸屬度)其範圍為 $0 \sim 1$ 。若完全屬於系統條件時，其值為 1；完全不屬於系統條件時，其值為 0，則是傳統的集合；其他屬於系統條件中間的，依其所屬程度給予 0 和 1 之間的任意值，則是屬於模糊集合。模糊邏輯(fuzzy logic)設計方法主要可以分為四個部份：即模糊化介面(Fuzzification Interface)、知識庫(Knowledge)、模糊推論機構(Fuzzy Inference)與解模糊化介面

(Defuzzification Interface)，如圖一所示，其中知識庫又可分為資料庫(Data Base)及規則庫(Rule Base)[5-8]。



圖一：模糊控制器系統架構圖

模糊控制是以語言化控制規則為主體，為了將輸入的明確值與語言化的控制規則結合，必須將輸入值做模糊化處理以便對映到資料庫裡語言變數的論域中，再配合規則庫及推論機構推導出結果。因結果仍然是模糊值，所以必須再做解模糊化工作，其輸出才是明確值。本文中藉由每個樓層之感測器做為取樣輸入，再透過步進馬達之驅動模組做為輸出控制。本電梯控制系統之每個模糊集合皆有語性值代表其模糊涵意，如表一所示。系統所建立之模糊控制規則表，如表二所示，根據此法則利用編輯軟體 Delta WPLSot 程式化於可程式控制器系統之內部，以達成系統之閉迴路控制。

表一：語言變數

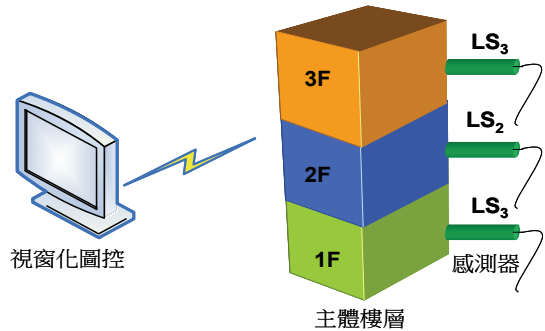
語言變數名稱	代表語意	
NB	Negative big	負大
NM	Negative Medium	負中
NS	Negative Small	負小
ZO	Zero	零
PS	Positive Small	正小
PM	Positive Medium	正中
PB	Positive Big	正大

表二：模糊控制法則

$E_{(error)}$ $\Delta E_{(error dot)}$	NB	NM	NS	ZO	PS	PM	PB
NB	NB	NB	NB	NM	NS	NS	PS
NM	NB	NB	NM	NS	NS	PS	PS
NS	NB	NM	NS	NS	PS	PS	PM
ZO	NM	NM	NS	ZO	PS	PM	PM
PS	NM	NS	NS	PS	PS	PM	PB
PM	NS	NS	PS	PS	PM	PB	PB
PB	NS	PS	PS	PM	PB	PB	PB

參、系統架構

本研究的硬體架構係由可程式控制器、步進馬達及驅動器、感測器等所組成，其整體系統架構如圖二所示。本系統完成實現表二之內容於可程式控制器內部時，可先定義誤差量(E)與誤差偏差量(ΔE)兩軸，誤差量是由軟體設定之參考距離與回授距離之差值。誤差偏差量之計算是目前誤差 E_n 減去前一次的誤差量 E_{n-1} ，當程式連續執行下，循環一次的時間步距 Δt 很短時，可視為一個誤差偏差量 ΔE 或稱之為誤差微分量 $\Delta E / \Delta t$ 。



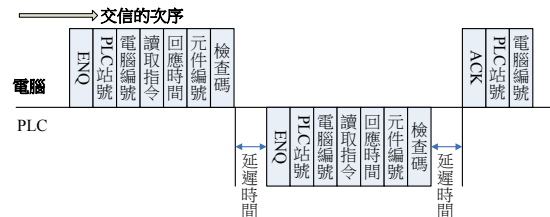
圖二：本研究系統架構圖

一、可程式控制器

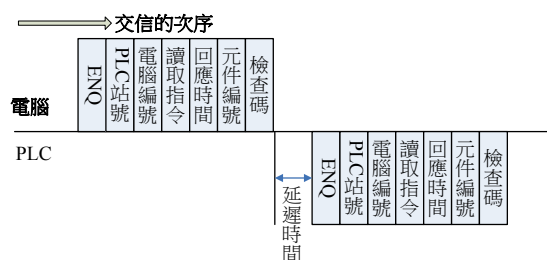
本文所使用的控制器是利用台達公司之產品，其硬體結構如圖三所示。此系列 PLC 在電腦通訊的模式中，其交信資料的型式如圖四及圖五所示，分別為讀取 PLC 元件及交信資料的交信型式和寫入 PLC 元件及交信資料的交信型式[9-10]。



圖三：可程式控制器實體圖



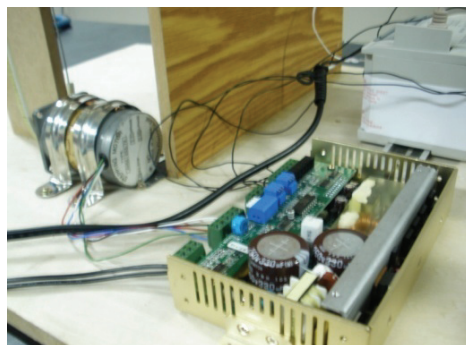
圖四：讀取 PLC 元件及交信資料的交信型式



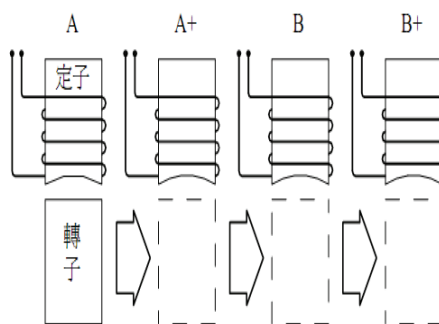
圖五：寫入 PLC 元件及交信資料的交信型式

二、步進馬達及驅動器

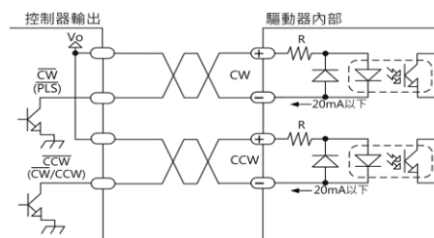
本文所使用的步進馬達及驅動器，其硬體結構如圖六所示，完成實現輸出距離，提供搭乘者更短的搭乘時間及更精準之樓層距離定位。步進馬達的結構不論是 PM 式、VR 式或複合式步進馬達，其定子均設計為齒輪狀，這是因為步進馬達是以脈波訊號依照順序使定子激磁，以數位電壓輸入來控制其轉速及轉動方向[9-10]。圖七為步進馬達驅動原理，將其脈波激磁訊號依序傳送至 A 相、A+相、B 相、B+相則轉子向右移動(正轉)，相反的若將順序顛倒則轉子向左移動(反轉)。圖八為 PLC 與步進馬達之控制驅動器之正轉／反轉脈波信號交信原理。圖九-十為當設定為 2pulse 輸入方式時及 1 pulse 輸入方式時之運轉脈波信號波形。



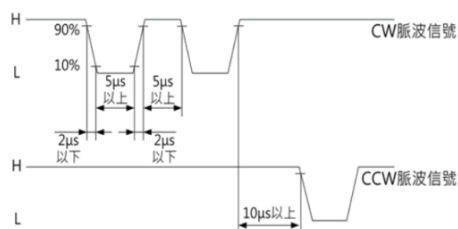
圖六：步進馬達及驅動器硬體架構



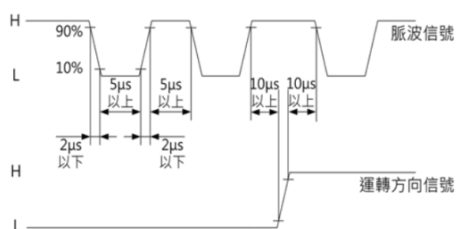
圖七：步進馬達驅動原理圖



圖八：正轉／反轉脈波信號交信原理圖



圖九：脈波波形為 2pulse



圖十：脈波波形為 1pulse

三、感測器

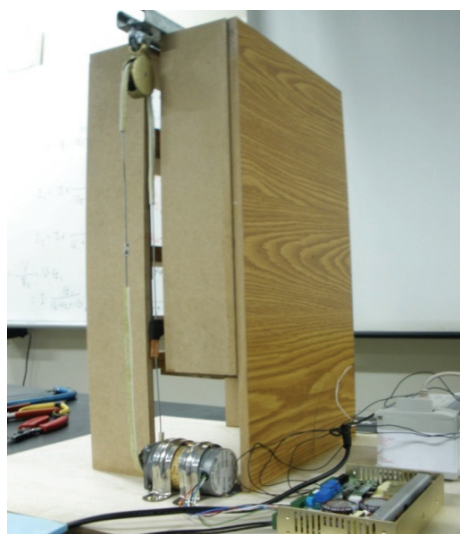
本文所使用的感測器，其硬體結構如圖十一所示，完成實現取樣輸入信號，提供給可程式控制器之輸入端，進入控制器內部做運算處理。



圖十一：感測器硬體架構圖

肆、研究結果

本研究實體為一部三樓層電梯如圖十二所示[4]，本系統結構可將應用技術進行下列各項教學之規劃：(1)步進馬達控制；(2)驅動器應用；(3)可程式應用；(4)圖控軟體設計。本研究之經驗可作為技專院校「機電整合」課程之教學應用，以協助學生結合相關領域之知識理論與實務結合之教學目標。



圖十二：本研究系統實體架構圖

表三所列為各個實際樓層相互距離各為 14.4cm，加入 Fuzzy 控制時，可測得之距離分別為 14.3 cm、14.2 cm、14.3 cm，未加入 Fuzzy 控制時，可測得之距離分別為 13.8 cm、14.0 cm、13.9cm，可知經由模糊理論控制可實現精準之樓層距離定位。表四所列為樓層搭乘時間，

加入 Fuzzy 控制時，可測得之搭乘時間分別為 18.6 sec、18.7 sec、18.6 sec，未加入 Fuzzy 控制時，可測得之搭乘時間分別為 19.1 sec、19.2 sec、19.1 sec，可知經由模糊理論控制可實現縮短的搭乘時間。操作者透過 Delta 圖控軟體進行視窗化控制，如圖十三所示[11-16]。



圖十三：電梯控制系統之控制視窗圖

表 三：樓層距離定位

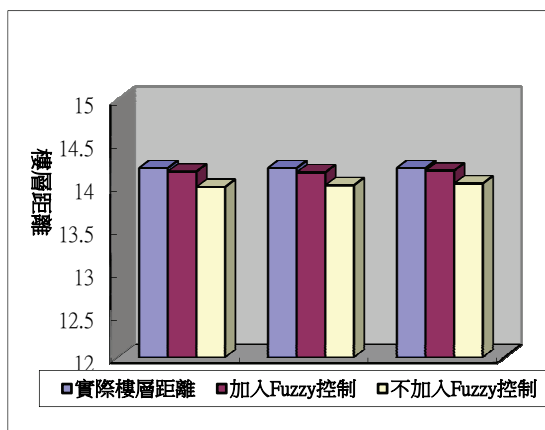
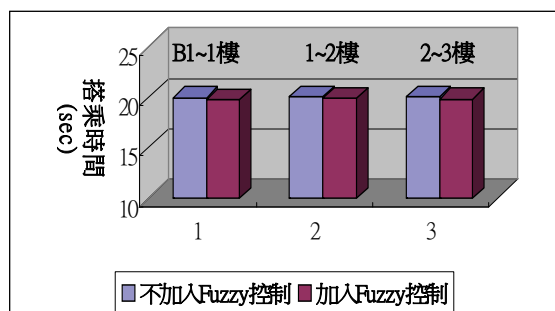


表 四：搭乘時間



視窗中之按鍵，可對電梯控制系統進行模糊邏輯控制設定、樓層控制、樓層距離顯示、搭乘時間顯示等進行自動化設計。

伍、結論

本文利用可程式控制器完成實現模糊理論(Fuzzy Logic)，提供搭乘者更短的搭乘時間及樓層距離定位更精準。本系統在硬體部分，自行設計及組裝一小型電梯之實驗模型進行實驗，軟體部分則透過圖控方式製作人機界面應用程式建構出視窗化電梯控制系統，最後由實驗結果驗證所發展之軟硬體之可行性。

並且比較了有模糊理論及無模糊理論之應用，經由實驗數據結果，得知前者展現了較佳的效能。所研製之經驗可作為機電整合的教學教材，達成理論與實務結合的教學目標。

參考文獻

- [1] 陳盟吉（2010），以可程式控制器為核心之伺服馬達定位控制方法，崑山科技大學電機工程研究所碩士論文。
- [2] 劉國華、魏嘉延、江奕旋、鄭喬臨、柳志維（2011），模糊控制的電梯控制系統之研製，第九屆現代通訊科技應用學術研討會，第 108-112 頁。
- [3] 游逸峰（2000），電梯控制系統之研究與設計，中央大學機械工程研究所碩士論文。
- [4] 汪惠健（2006），模糊理論與應用，高立圖書公司。
- [5] 馮國臣、趙忠賢、張宏志、溫坤禮（2007），模糊理論基礎與應用，新文京開發出版有限公司。
- [6] 王進德（2007），類神經網路與模糊控制理論入門與應用，全華圖書公司。
- [7] G.J. Klir and B.Yuan, , Fuzzy sets and fuzzy logic: theory and applications, Prentice-Hall Inter., Inc., Upper Saddle River, NJ, USA, 1995.
- [8] Yung-Hsin Wang, Kuang-Hsuan Hsia, and Yo-Ping Huang, "Elevator Group Control with Fuzzy Logic and Genetic Algorithms", Journal of Chinese Fuzzy Systems Association, Vol.5, No.2, 1999.
- [9] 許溢适、陳坤正（2005），步進馬達使用法，全華圖書公司。
- [10] 許允傑（1994），馬達控制，全華圖書公司。
- [11] DVP-PLC 應用技術手冊【程式篇】，台達電子工業股份有限公司。
- [12] DVP 系列 PLC 使用手冊【目錄】，台達電子工業股份有限公司。
- [13] DVP-PLC 應用技術手冊【101 例】，台達電子工業股份有限公司。
- [14] DVP 系列人機介面使用手冊，台達電子工業股份有限公司。
- [15] 王進德（2003），機電整合－圖形監控應用實務，全華圖書公司。
- [16] 宓哲民、顏見明、劉春山（2009），人機介面圖形監控，全華圖書公司。

