

# Structure Simplification and Application of Neuro-Fuzzy System

王紹宇、陳鴻文

E-mail: 8809512@mail.dyu.edu.tw

## ABSTRACT

Literature shows that excessive structures of systems and unacceptably heavy computation often restrain the applications of neuro-fuzzy systems. Thus, a novel structure simplification algorithm, SSA, is proposed as the preprocess of all neuro-fuzzy systems. Two stages of processes comprise SSA. First, by combining the concepts of correlation matrix and Principal Component Analysis, the number of input variables can be significantly reduced without much loss of information content about training data. In order to minimizing the number of memberships used for fuzzy inference, the technique of sliding-window scanning is then applied to efficiently partition the domain space for each pairs of selected input and output signals. After the operation of SSA, the initial status of a neuro-fuzzy system is automatically and properly established without any human expertise. To illustrate the performance and generality of SSA, some benchmarks were respectively tested in both the well-known Adaptive Neuro-Fuzzy Inference Network (ANFIS) and the hybrid system of SSA and ANFIS by using MATLAB simulator. Those benchmarks include the approximation of a sinc function with two inputs, the prediction of Mackey-Glass chaotic time series with four inputs, and the prediction of Gas furnace time series with ten inputs. Experiments showed that, in problems of both function approximation and prediction, SSA can significantly reduce the nodes used in ANFIS, speed up the learning and inference processes, and largely improve the capabilities of identification and generalization.

Keywords : neuro-fuzzy systems ; structure simplification algorithm ; Principal Component Analysis ; sliding-window ; Adaptive Neuro-Fuzzy Inference Network

## Table of Contents

授權書 iii 中文摘要 iv 英文摘要 v 誌謝 vii 目錄 viii 圖目錄 xi 表目錄 xiv 第一章 緒論 1 第一節 研究背景 1 第二節 研究動機與目的 3 一、研究動機 3 二、研究目的 3 第三節 研究範圍與限制 5 一、研究範圍 5 二、研究限制 5 第四節 研究方法與流程 7 第五節 論文研究架構 8 第二章 理論基礎 9 第一節 模糊邏輯 9 一、模糊集合與隸屬函數 9 二、交集與聯集 9 三、隸屬函數形式及其參數 10 四、模糊法則 11 五、模糊推論機制 12 六、模糊推論模式 12 第二節 類神經網路 14 一、網路架構 14 二、混合式學習演算法 15 三、倒傳遞網路 16 四、放射狀基礎函數網路 16 第三節 調適性類神經模糊推論系統 (ANFIS) 18 一、ANFIS架構 18 二、ANFIS之混合式學習演算法 20 第三章 文獻探討 22 第一節 類神經模糊系統 22 一、類神經模糊運算 22 二、類神經模糊推論 23 三、類神經模糊系統 24 第二節 模糊推論系統之結構辨識 25 一、輸入變數的選擇 25 二、模糊推論模式之架構擬定 26 第四章 精簡結構演算法之建立 30 第一節 整合輸入變數與主成份方法 32 一、變數之相關性分析 32 二、主成份分析 (PCA) 33 第二節 空間分割與滑動視窗 37 一、滑動視窗掃描 37 二、自動產生隸屬函數 42 三、產生模糊法則 44 四、產生初始模糊推論系統架構 44 第五章 實例驗證 46 第一節 二維sinc函數的逼近 47 一、取得訓練資料 47 二、建構ANFIS 48 三、實驗結果 51 四、效能比較 54 第二節 混沌時間序列的預測 57 一、取得訓練資料 57 二、建構ANFIS 58 三、實驗結果 64 四、效能比較 69 第三節 非線性系統之辨識 74 一、取得訓練資料 74 二、建構ANFIS 74 三、實驗結果 81 四、效能比較 82 第四節 實驗討論 85 第六章 結論與未來研究方向 87 第一節 結論 88 第二節 後續研究建議 90 參考文獻 92 中文部份 92 英文部份 93

## REFERENCES

- [1]. 林清山, 民84年, 多變項分析統計法, 東華書局。
- [2]. 林張群, 民81年, 應用模糊集合理論於電力變壓器故障診斷專家系統中不確定性因素之處理。交通大學資訊管理研究所碩士論文。
- [3]. 梁定澎, 民86年, 資訊管理研究方法總論, 資訊管理學報, 第4卷, 第一期, 1-5頁。
- [4]. 焦李成, 民80年, 神經網路系統理論, 儒林圖書。
- [5]. 葉怡成, 民84年, 類神經網路模式應用與實作, 儒林圖書。
- [6]. 鄭永模, 民85年, 應用模糊理論之決策樹歸納學習法, 淡江大學資訊管理研究所碩士論文。
- [7]. 戴久永, 民81年, 統計概念與方法, 三民書局。
- [8]. 闕頌廉, 民83年, 應用模糊數學, 科技圖書。