

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

虛擬實境動態模擬系統中之人機溝通技術及其方法 (1/2)

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC - 89 - 2213 - E - 009 - 122

執行期間： 88 年 8 月 1 日至 89 年 7 月 31 日

計畫主持人：張志永

共同主持人：

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

執行單位：國立交通大學電機與控制工程學系

中 華 民 國 89 年 10 月 15 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

多功能虛擬實境動態模擬系統

子計畫二： 虛擬實境動態模擬系統中 之人機溝通技術及其方法 (1/2)

A Study of Man-Machine Communication Techniques
and Their Learning Schemes (I)

計畫編號： NSC-89-2213-E-009-122

執行期限： 88/08/01-89/07/31

主持人：張志永 交通大學電機與控制工程學系

一、 中文摘要

觀念溝通是人機介面中一個很重要的部分，它可以讓使用者與系統之間順暢地交換訊息。本論文引入了觀念模糊集來表示現實世界中抽象與具體的觀念，並提出了幾種對映的機制來建立這些觀念之間的關係。觀念的對映必須是雙向的，由抽象觀念對映至具體的觀念是一種觀念解釋的過程，而由具體觀念對映至抽象的觀念則是一種觀念辨識的過程。首先我們提出以模糊關係方程式來達成觀念對應的方法，觀念的雙向對映是以不同的關係方程式來達成，我們引用了基因演算法以及 Fuzzy Delta Rule 來學習這些關係矩陣，但是其效果則是無法令人滿意。因此我們又使用了 MLP 與 RBF 神經網路，同樣以不同網路的來記憶觀念的雙向對應，在此我們引入了 BP 演算法來學習 MLP 神經網路的權重矩陣，最後以 MLP 神經網路來達成觀念溝通，它的效果經過驗證是相當令人滿意。

關鍵詞：虛擬實境，人機溝通界面，抽象觀念表示法

英文摘要

Concept communication is an important issue of man machine interface. It provides the smooth communication between man and system. This paper introduces conceptual fuzzy set (CFS) to represent the abstract concepts and concrete concepts in the real world. Concept mapping must be bidirectional. Mapping from abstract concepts to concrete concepts is considered as concept recognition. Mapping from concrete concepts to abstract concepts is considered as concept interpretation. We propose several mapping schemes to relate these two type concepts. The fuzzy relation equation approach is first applied for the concept mapping. The forward and backward mappings of

concepts are archived by adopting two different fuzzy relation equations, respectively. We apply the genetic algorithm and fuzzy delta rule to learn the relation matrix of fuzzy relation equation. Their performances are not acceptable. In a functional mapping respective instead, the multilayer perceptron neural network is utilized to the concept mapping problem. BP algorithm is adopted to learn the weight matrix in the multilayer perceptron neural network. The backward mapping of concepts is achieved by adopting another MLP neural network. The result of concept mapping by MLP neural network has demonstrated that the MLP network is an effective scheme for concept communication.

Keywords: Virtual Reality, Human Machine Communication Interface, Abstract Concept Representation

二、緣由與目的

如何表示動態模擬系統使用者之感覺概念，並忠實地傳遞給本系統中之行為轉換與控制模組以及力回饋模組做適當的參數調整與控制，是本子計畫之重點。模糊集合的提出雖然對人類常用概略性質描述提供一個表示方法，但是對於人類之概念或觀念的描述，模糊集合則明顯的不足。本子計畫擬採用日本學者 T. Takagi, M. Sugeno, 及 T. Yamaguchi 等人所提出的觀念模糊集[1-4]，此法在觀念的對應上，可大大地彌補模糊集合的不足。

在觀念模糊集中，每一個觀念節點代表一個抽象或具體的觀念，而節點的活性的就等於傳統模糊集合歸屬函數的歸屬度值，由零到 1 之間的數值表示觀念的符合程度，每一個觀念的意義，則是以標示節點的活性度分佈來表示，因此觀念模糊集有別於一般模糊集合，它不需要有一歸屬函數，也不需要有一數值集合點來映射出歸屬函數值，在觀念的意義上，更可以有重疊的表示方法。T. Takagi 等人提出以聯想記憶體來實現觀念模糊集，但由於聯想記憶體在實現上需使用二元表示法，由於觀念節點活性度皆為 0 到 1 之間的實數，因此，若使用此法，精確度非常差且可供記憶的觀念個數有限，並不實用，因此我們在這一年的計畫中提出以下幾種方法來實現觀念模糊集的對應。

三、研究方法與成果

第一種實現方法為模糊關係方程式法[5]。此方程式的輸入與輸出皆為模糊向量，每個向量中的元素為 0 到 1 之間的實數，若使用模糊運算，例如取大取小合成，則是非常簡易且迅速的，與一般模糊關係方程式不同的是，由於觀念模糊集必須作雙向的對應，因此除了正向對應關係矩陣外，我們還需要一個反向關係的對應矩陣來達成雙向觀念的溝通，經過我們的研究，以模糊關係方程式實現觀念模糊集，多半是無解的，因此必須以特殊的學習方法來求取最佳近似解。首先我們應用基因演算法[6]來求取模

糊方程式的關係矩陣，我們使用不同的模糊運算，如取大取小合成以及取大乘積合成，配合不同的參數編碼方式，包括實數型編碼[7]以及二進位編碼來進行學習。另一種嘗試求取模糊關係矩陣之最佳近似解的學習法則為 Fuzzy Delta Rule [8,9]。此學習方法可以求得最大解並且具有一定的收斂性的性質。接下來我們以一身高的觀念模糊集對應實例來測試模糊關係方程式表示法於觀念對應的效果。如圖一所示，上層有三個觀念節點，分別為矮，中等，與高，皆是比較抽象的觀念，下層具有七個觀念節點，由身高約 140 CM 到 200 CM 等。若以由下層的具體觀念對應到上層的抽象觀念為例，使用基因演算法的結果如圖二所示，圖中虛線代表實際值連線，實線代表獲得的結果值連線，以後之圖例依相同方法表示，而圖三為使用 Fuzzy Delta Rule 的結果，由此二圖可知，應用模糊關係方程式的效果不如預期中理想。鑑於觀念的對應多半是高度非線性的對應，而類神經網路不但具有高度非線性的特性，又隱藏層個數和隱藏層節點個數可以根據觀念節點的多寡，觀念對應之複雜度，以及要求之精確度做適當的調整，因此若以類神經網路模型進行觀念模糊集的對應，應可大大超越使用模糊關係方程式的效果。我們在此應用 MLP 函數網路[10]來進行觀念對應的學習，結果如圖四所示。我們發現使用類神經模型來實現觀念對應遠比模糊關係方程式效果為佳，且能忠實的反應抽象的

觀念對應。

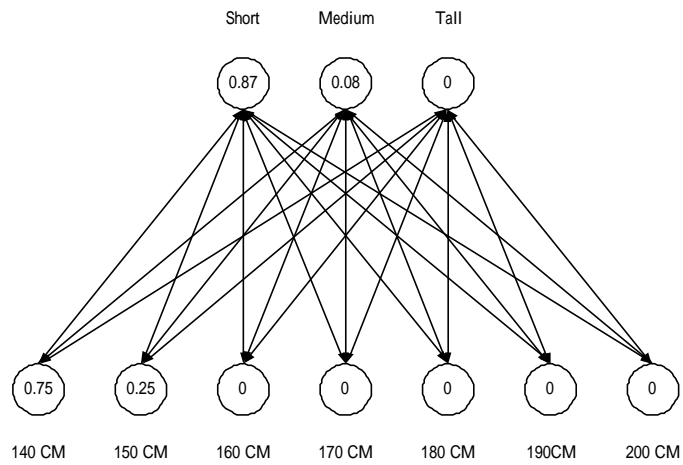
四、 結論與討論

觀念溝通是人機介面中一個很重要的部分，它可以應用人機之間順暢地交換抽象與具體的觀念訊息。本文提出了幾種對映的機制來建立這些觀念之間的關係。首先我們提出以模糊關係方程式來達成觀念對應的方法，我們引用了基因演算法以及 Fuzzy Delta Rule 來學習這些關係矩陣，但因其架構簡單且含高度 max-min 非線性，其效果不佳。因此我們使用了 MLP 及 MLP 神經網路，同樣以不同網路的來記憶觀念的雙向對應，它們的效果經過驗證相當令人滿意。

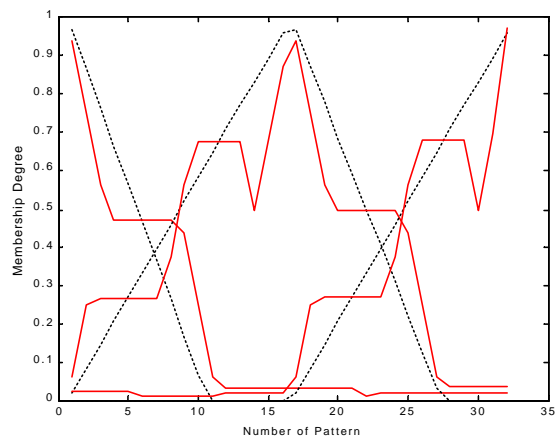
五、 參考文獻

- [1] T. Takagi, T. Yamaguchi, and M. Sugeno, "Conceptual fuzzy sets," *International Fuzzy Engineering Symposium'91*, pp. 261-272, 1991.
- [2] A. Imura, T. Takagi, and T. Yamaguchi, "Intention recognition using conceptual fuzzy sets," *Second IEEE International Conference on Fuzzy Systems*, vol. 12, pp.762-767, 1993.
- [3] T. Takagi, A. Imura, H. Ushida, and T. Yamaguchi, "Conceptual fuzzy sets as a meaning representation and their inductive construction," *International Journal of Intelligent Systems*, vol. 10, pp. 929-945,

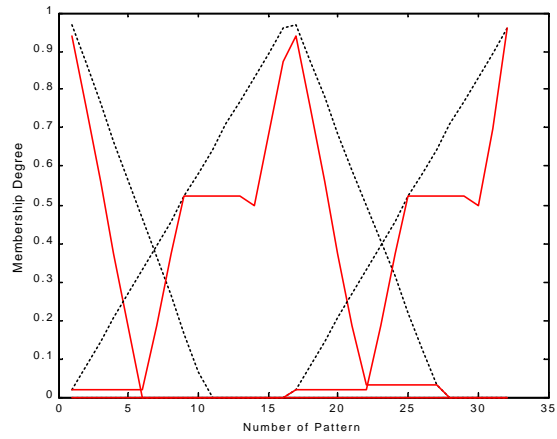
- 1995.
- [4] T. Yamaguchi, "Conceptual fuzzy sets as a meaning representation and their inductive construction," *International Journal of Intelligent Systems*, vol. 10, pp. 929-945, 1995.
- [5] T. Takagi, A. Imura, H. Ushida, and T. Yamaguchi, "Multilayered reasoning by means of conceptual fuzzy sets," *International Journal of Intelligent Systems*, vol. 11, pp. 97-111, 1996.
- [6] A. Blanco, M. Delgado, and I. Requena, "Identification of fuzzy relation equations by fuzzy neural networks," *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 71, pp. 215-226, 1995.
- [7] C. T. Lin and C. S. George Lee, *Neural Fuzzy Systems*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 1996.
- [8] D. Park and A. Kandel, "Genetic-based new fuzzy reasoning models with application to fuzzy control," *IEEE Transactions on Systems, Man & Cybernetics*, vol. 24, no. 1, pp. 39-47, 1994.
- [9] X. Z. Li and D. Ruan, "Novel neural algorithms based on fuzzy rules for solving fuzzy relation equations: Part 1," *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 90, pp. 11-23, 1997.
- [10] X. Z. Li and D. Ruan, "Novel neural algorithms based on fuzzy rules for solving fuzzy relation equations: Part 2," *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 103, pp. 473-486, 1999.
- [11] J. Moody and C. Darken, "Fast learning in networks of locally-tuned processing units," *Neural Computing*, vol. 1, pp. 281-294, 1989.



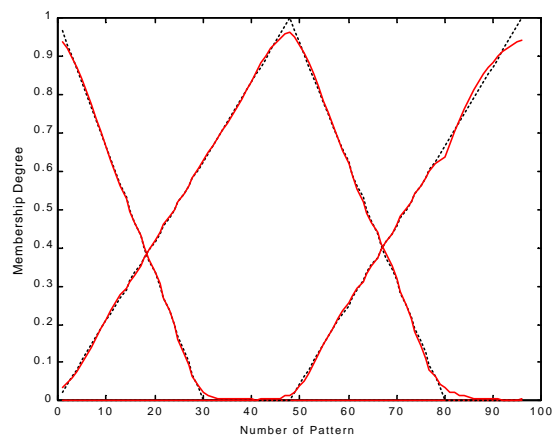
圖一：身高的觀念模糊集對應實例



圖二：使用基因演算法實現模糊關係矩陣於觀念對應之結果



圖三：使用 Fuzzy delta rule 實現模糊關係矩陣於觀念對應之結果



圖四：使用 MLP 類神經網路於觀念對應之結果

