

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

子計劃二：

虛擬實境動態模擬系統中之人機溝通技術及其
學習方法(2/2)

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC - 89 - 2218 - E - 009 - 044

執行期間： 89 年 8 月 1 日至 90 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 90 年 8 月 31 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學習方法 (2/2)

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

計畫編號：NSC-89-2218-E-009-044

執行期限：89/08/01-90/07/31

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，我們利用雙極式S型歸屬函數的方法以及求解Fuzzy relation equation 來解決觀念對應，上年度我以MLP神經網路來達成觀念溝通，它的效果經過驗證相當令人滿意。

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 thesis 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 two mapping schemes to relate these two type concepts. The Bipolar Sigmoid Function is first applied for concept mapping. The forward and backward mappings of concepts are archived by adopting two different structures, respectively. We have also applied the solving of fuzzy relational

equations to concept mapping. These two approaches produce very accuracy results. In a functional mapping respective instead, the multilayer perceptron neural network can also be utilized to the concept mapping problem.

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兩種方法來實現觀念模糊集的對應。

三、研究方法與成果

對於觀念對應，我們先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。首先我們利用雙極式 S 型歸屬函數的方法來解決觀念對應。給定一個基本的觀念 Z_x ，分布在 X ，其餘定義在相同的 X 上的基本觀念，以 Z_{mx} 代表，可以經由對 Z_x 變形而得到 [5, 6]，也就是

$$Z_{mx} = u_{p^*,k^*}(x) = \frac{x^{k^*} - p^{*k^*}}{x^{k^*} + p^{*k^*}} = \frac{y^w - q^w}{y^w + q^w}$$

$$\text{其中 } y = \frac{1+Z_x}{1-Z_x}, \quad w = \frac{k^*}{k}, \quad q = \left\{ \frac{p^*}{p} \right\}^k$$

我們可以使用上面的方程式而使得兩個歸屬函數是有關係的，而且可以將一個觀念轉換到另一個觀念而得到。因為雙極式 S 型歸屬函數不能直接近似三角形的歸屬函數，所以我們利用 S 型函數的左邊與右邊函數組的最小值來近似。其係由下列公式而達成：

$$y_k = \frac{1+Z_k}{1-Z_k}$$

$$\frac{1}{y_m} = \sum_{k=1}^L \left(\frac{q}{y_k}\right)^p$$

$$z_m = \frac{y_m - 1}{y_m + 1}$$

現以三組觀念節點至七組觀念節點的對應中， k 與 p 的值定為

$$k=[-3.5 \ 3.8 \ -10.0 \ 10.0 \ -14.0 \ 16.0 \ -18.0 \ 21.0 \ -29.0 \ 24.0 \ -33.0 \ 39.0]$$

$$p=[3.0 \ 3.0 \ 8.5 \ 8.5 \ 14.0 \ 14.0 \ 19.5 \ 19.5 \ 24.5 \ 24.5 \ 30.0 \ 30.0]$$

所對應的結果如圖二所示，與標準值之均方誤差 RMSE 為 4.1839×10^{-5} ，另外在七組觀念節點至三組觀念節點的對應為例， k 與 p 的值設定為

$$k=[-3.3 \ 3.2 \ -11.0 \ 7.6]$$

$$p=[5.5 \ 8.5 \ 22.0 \ 25.0]$$

所對應的結果如圖三所示，與標準值之均方誤差 RMSE 為 4.4738×10^{-7} 。

第二種方法為求解模糊關係方程式 (Fuzzy Relation Equation) 組的方法 [7, 8]，若以上層觀念對應到下層抽象觀念為例，即 3 至 7 對應，可分解成 7 組 3 對應 1 關係，第 i 組關係矩陣 R_i 的解可由下列公式求出

$$R_i = \min_{k=1}^3 (A_k \circ F_1)$$

依此方法求出的結果如圖四所示。圖中虛線代表實際值連線，實線代表獲得的結果值連線，標準值之均方誤差 RMSE 為 0.0041，而下層觀念對應到上層觀念的結果，因為篇幅所限，予以省略。

四、結論與討論

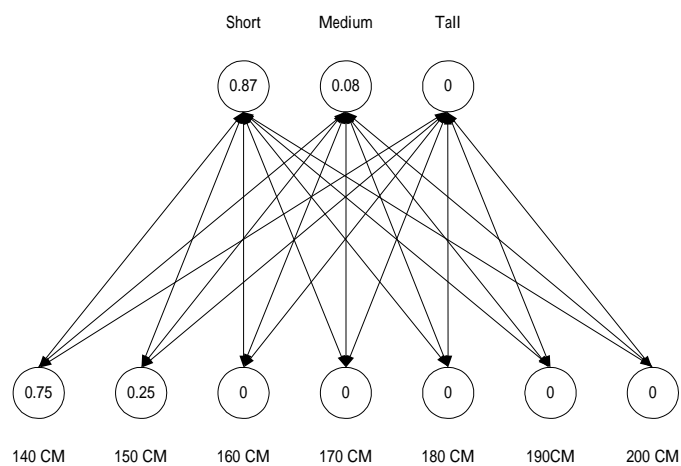
觀念溝通是人機介面中一個很重要的部分，它可以應用人機之間順暢

地交換抽象與具體的觀念訊息。本報告提出了兩種對映的機制來建立這些觀念之間的關係。首先我們提出利用雙極式 S 型歸屬函數方法來解決觀念對應，再來是以模糊關係方程式來達成觀念對應的方法，它們的效果經過驗證相當令人滿意。

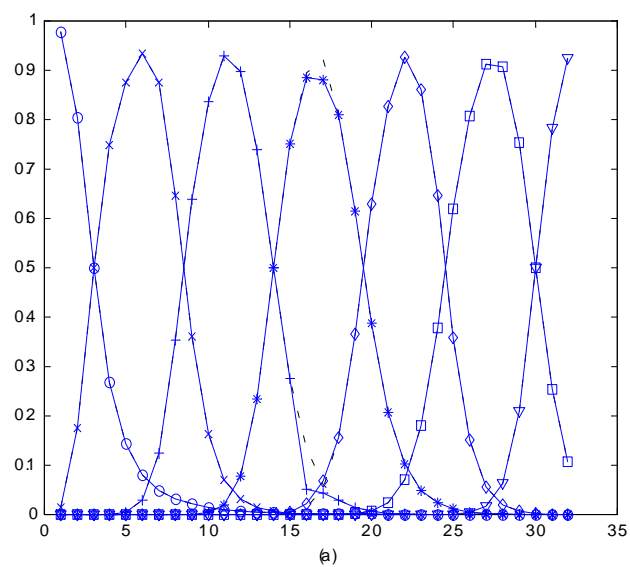
五、參考文獻

- [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. Takagi, A. Imura, H. Ushida, and T. Yamaguchi, "Multilayered reasoning by means of conceptual fuzzy sets," *International Journal of Intelligent Systems*, vol. 11, pp.

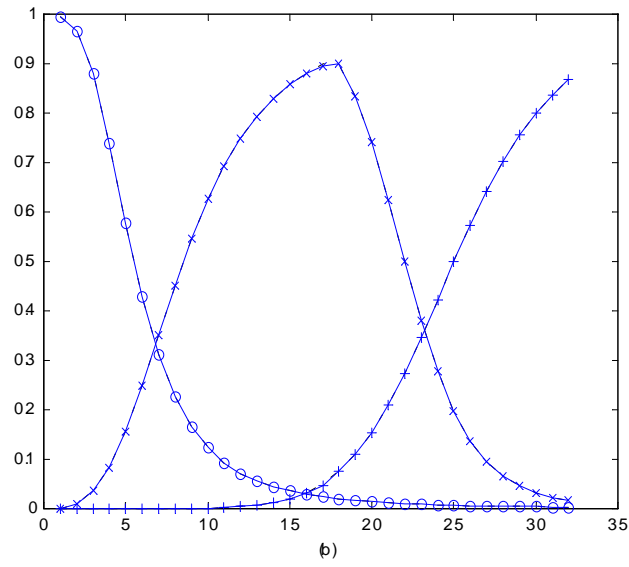
- 97-111 , 1996.
- [5] L. F. J. Maia and I., Jr. Costa, " Fuzzy information retrieval for decision support, " *Proceedings of the Sixth IEEE International Conference on Fuzzy Systems*, vol. 3, pp. 1481-1484, 1997.
- [6] M. B. Zanusso and A. L. A. Araujo, " Calibra for fuzzy concept, " *Proceedings. Vth Brazilian Symposium on Neural Networks* , pp. 130-134, 1998.
- [7] F. L. Chung and T. Lee, " A new look at solving a system of fuzzy relational equations, " *Fuzzy Sets and Systems* , vol. 88, pp.343-353, 1997.
- [8] W. Pedrycz, " Processing in relational structures: Fuzzy relational equations, " *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 40, pp. 77-106, 1991.
- [9] Y. Fan and H. Miyagi " Studying on Solution of Fuzzy Relation Equations, " *Third International Conference on Knowledge-Based Intelligent Information Engineering Systems*, No. 31, pp. 357-360, 1999.
- [10] G. B. Dyson, *Darwin among the machines.* Reading, MA: Addison-Wesley, 1997.
- [11] X. Z. Li and D. Ruan, " Novel neural algorithms based on fuzzy rules for solving fuzzy relation equations: Part , " *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 90, pp. 11-23, 1997.
- [12] C. L. P. Chen and Y. Lu, " FUZZ: A fuzzy-based concept formation system that integrates human categorization and numerical clustering, " *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B: Cybernetics*, vol. 27, no. 1, pp. 79-94, 1997.
- [13] D. H. Fisher, " Knowledge acquisition via conceptual clustering, " *Machine Learning*, vol. 2, pp. 139-171, 1987.



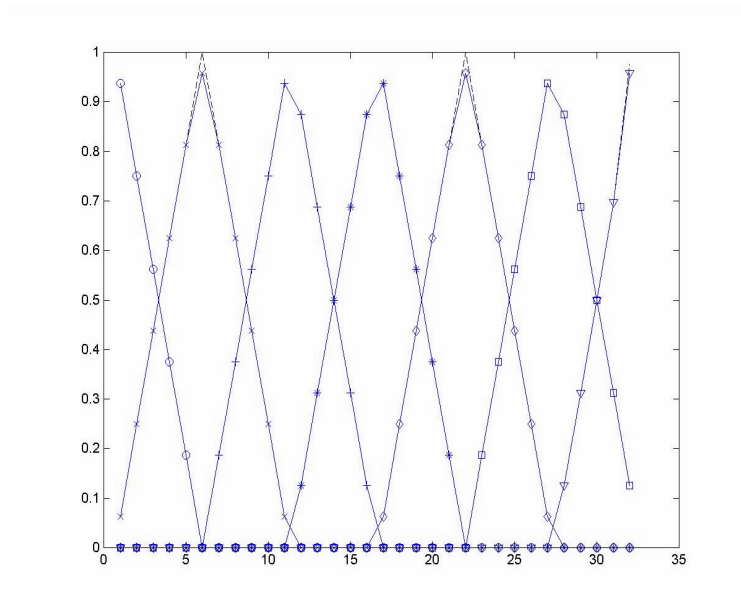
圖一：身高的觀念模糊集對應實例



圖二：使用雙極式 S 型歸屬函數於 3 至 7 觀念對應之結果



圖三：使用雙極式 S 型歸屬函數於 7 至 3 觀念對應之結果



圖四：求解模糊關係方程式於 3 to 7 觀念對應之結果

