

# 行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

## 應用模糊搜尋在案例式多媒體 建築資料庫於網際網路

計畫類別： 個別型計畫          整合型計畫  
計畫編號：NSC 89 - 2211 - E - 032 - 011 -  
執行期間： 88 年 8 月 1 日至 89 年 7 月 31 日

計畫主持人：陳珍誠

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：淡江大學建築學系

中 華 民 國 89 年 10 月 20 日

# 應用模糊搜尋在案例式多媒體建築資料庫於網際網路

Applying Fuzzy Search Technique for Architectural Case-Based Libraries on Internet

計畫編號：NSC 89-2211-E-032-011

執行期限：88年8月1日至89年7月31日

主持人：陳珍誠 淡江大學建築學系

E-mail: 097016@mail.tku.edu.tw

計畫參與人員：李斯偉 蔡嘉生

## 一、中英文摘要

傳統的專家系統依賴於以規則式的表達方法建構一邏輯完整的演繹系統；然而這樣的觀念基本上有兩個不容易解決的問題：不容易找到完全以規則方式思考的專家，與建築知識中具大部份的表層知識不容易以完整的演繹系統表達。因此，建築設計專家系統並不多見。本研究擬以有別於規則式的案例式表達方式，從新思考建構電腦輔助建築決策系統的可能性。

一般建築設計者從事建築設計時，與建築系學生在學習建築設計的過程中，經常從資料集成、雜誌與書籍中參照以往的案例，吸收過去的經驗，應用在類似的建築設計方案上。這樣的觀察，成為本研究的出發點：那就是，如何針對於新舊問題的相關性，應用解決舊的設計問題策略或者是解答於類似的新設計方案之中。

本研究希望結合多媒體的表現方式於建築資料庫中，著重於建立實用案例庫，並方便觀察使用者行為。並藉由模糊搜尋，提供建築設計者較友善的使用者介面。經由系統的建立，思索新一代的建築設計環境；同時探討各種案例式資料庫在網際網路上結合的可能性。

關鍵詞：模糊搜尋，案例式資料庫，網際網路。

### Abstract

One of the most challenging problems of building a knowledge-based design system is the transfer of a designer's expertise into the system. Present knowledge acquisition techniques are cumbersome and often require knowledge engineers to act as human translators between the knowledge source and the program. This research utilizes case-based reasoning approach to acquire design knowledge from previous design cases, and apply the knowledge to similar but unsolved design problems.

Human designers do not solve design problems from scratch, they utilize previous problem solving episodes for similar design problems as a basis for developmental decision making. This observation leads to the starting point of this research: We can utilize past experiences to solve a new problem by detecting the similarities between the past problem and the new problem. That is, by applying case-based reasoning we can advance the problem solving process.

Through the construction of such a case-based system on Internet, this research anticipates to discuss a future computational environment for architectural design. Finally, the future directions of integrating different architectural case-based libraries on Internet will be discussed.

**Keywords:** Fuzzy Search, Case-Based Library, Internet.

## 二、緣由與目的

近十年來，電腦輔助建築設計普及化的經驗，我們了解到設計者透過設計資訊化，能夠容易且精確的掌握設計，減輕繁重的例行性手工，提供設計參與者有效的溝通工具。目前電腦在建築設計的應用成果大部分表現在電腦輔助繪圖與多媒體應用上。然而，網際網路的發展，提供了我們發展建築資訊的另外一個可能：如何共享全球的與歷代建築資訊？傳統上以書本方式呈現的建築資料集成，如果以多媒體的方式在網際網路上出現，是否會是另一個電腦輔助建築設計的新工具？透過個別基本建築資料網站的建立，我們將可以思考跨平台的整合式建築資料網路系統。針對於傳統的建築資訊系統多以規則式 (Rule-Based) 的表達方式與二值邏輯判斷的侷限[1]，本研究嘗試以案例式 (Case-Based) 的表達方式結合模糊邏輯 (Fuzzy Logic) 建構網際網路上的案例式多媒體建築資料庫。

本研究的重點在討論建立案例資料庫的技術與資料庫的多媒體表現方式。另外資料庫的內容分類、查詢所輸入與輸出所獲得的結果控制、多媒體資料庫的表現方式以及符合使用者介面的網站設計等也都是本研究的重點。

## 三、國內外相關研究

1991年在蘇黎世，由瑞士聯邦理工學院建築系所主辦的 CAAD Futures '91 國際性電腦輔助建築設計會議中，由施宣光 [2], Schmitt [3], Gero [4, 5], 與 Oxman [6] 等人開始提出案例式思考 (Case-Based Reasoning) 在電腦輔助建築設計上的使用 [7, 8]。這個階段停留在理論的摸索與小的設計問題討論上 (如：門窗設計)，基本上對於案例式設計的了解停留在萌芽階段。此後，關於案例式設計開始被廣泛的討論著。這其中以澳洲雪梨大學建築系教授 Mary Lou Maher 所發展的案例式設計模型 [9] 較被常引用，此模型修正於 John Carbonell 的引申式類比模型 [10]，從此對於案例式設計的模型趨於確定。Maher 的 SAM 案例式建築結構資料庫 [11] 是近期

實際建構的電腦系統實例，SAM 系統目前以確定性關鍵字的查詢為主。國內於 1996 年起，由成功大學建築系王明衡與邱茂林教授等人，開始從事於以認知心理學為主的案例式設計研究，著重於設計者行為的探討 [12]。

1965 年，美國加州大學柏克萊教授 Lofti Zadeh 發表「模糊集合」論文，從此確立模糊邏輯 (Fuzzy Logic) 的理論。有別於傳統邏輯的真 (1) 與偽 (0) 的二值法，Zadeh 嚐試以介於 0 與 1 之間的分數表達事件的程度值，並發展其特有的運算方式 [13]。然而，Zadeh 的理論在當時重視二元價值觀的西方世界並不被重視。直到 80 年代人工智慧的發展遭遇瓶頸，以及模糊邏輯傳播到東方的日本與中國，才漸漸在自動控制與電器產品的發展上嶄露頭角。而本研究所引用的模糊搜尋技術應用模糊邏輯的理論於資料庫的屬性 (Attributes) 尋找上 [14]。

比較規則式思考與案例式思考行為的差異，本研究認為案例式思考屬於較高階 (後設階層, Meta-Level) 的思考行為。在較高階的思考中，決策的確定性較不明顯；而目前的案例式系統多仍仰賴於傳統的二值演繹邏輯，因此在發展上受到侷限。本研究嘗試在案例式思考加入模糊邏輯的原因乃是：新解答引申於舊案例的程度取決於解題者的價值標準，尤其是在面對惡質定義的設計問題 (Ill-Defined Problems) 時。

#### 四、案例的特性

1980 年代電腦的輔助設計應用上常使用規則式 (rule-based) 的系統，但是規則式系統大多僅能解決條件定義清楚的問題上，而建築設計上常常有些知識與思考過程沒有辦法以條列式方法完全定義清楚的呈現。所以 1990 年代案例式 (case-based) 設計的研究便開始被應用。案例是過去操作過所累積的知識、經驗，將這些累積的知識、經驗轉化修改成符合現有的需求。也就是說案例除了具體的個案外，案例基本上是設計知識的濃縮或是解決的方案 [3]，而案例就是解決新問題的方式之一。

將這些案例累積成果整理成一個案例式系統，可以提供設計者查尋選擇與應用。案例式系統與一般系統比較後的優點如下 [9]：

1. 因為知識獲得的過程能夠減少於特殊領域專家收集與記錄案例的工作量，加入新知識與新案例於資料庫是容易的。
2. 案例式的系統提供一個人們與電腦互動更自然的方法，比起全自動化的問題解答更為自然方便。
3. 案例式系統能更容易的被發展出來，經由持續的收集案例並輸入資料庫學習。換句話說案例式的系統方法論提供一個適

合的組織架構去學習既有的經驗。本研究操作重點在低層住宅為主要的對象，以國內外作品集為收集對象。

#### 案例資料的型態分類與儲存方式

本研究中利用案例知識的深度與設計階段的觀點來作為主要的分類依據，記錄案例的概述性資料，可以用來辨別案例及快速讓使用者導覽了解案例。本研究中的案例架構分為四大類案例基本概要資料：

1. 基地資料：對建築設計而言，基地條件通常是最快且最可以反映出新問題的一環，本研究中提供基地的定性與定量資料，讓使用者找尋精確的案例知識。
2. 建築物主體資料：記錄建築物概念與實體部分的資料，這部分是使用者最希望尋找的部分，低層住宅部分主要強調的是建築原型變化的知識部分。
3. 形體與空間分析：本部分主要提供圖像式分析說明，試圖將建築物以具體的分析圖面提供使用者於組合美感與空間關係等知識。
4. 評述資料：透過設計者本身或建築評論專家提供的評論，可以使使用者對於建築抽象部分更能被了解與說明，也可使學習者不至於誤用案例，提供給專家客觀的參考資料。

#### 五、模糊搜尋系統

相對於邏輯推論的結果不是 0 (偽) 即是 1 (真) 的方式，Fuzzy 推論對於 0.0 到 1.0 之間歸屬函數的取值，可求出各規則的適合程度，然後透過適合的程度便得出適當的推論。下面舉本研究中屬性建築物之「開放性」的例子來說明：

就開放性而言，無法將感知的部分辨識得很清楚與明確的定義，像實與虛比較值超過 50% 就以開放性或很開闊來解釋，但低於 40% 感覺上就可以說是封閉等的模糊概念事件，若以 Fuzzy 集合方法去考量，就是以相對於該模糊概念的元素，其屬於程度介於 0.0 到 1.0 的連續數值上的歸屬函數做定義。例如虛與實比值為 50%-70% 時，開放的程度轉換成數值為 0.5；比值為 50%-70% 時，開放的程度轉換成數值為 0.75。將虛與實之間再做定義，選擇時可以說有 60% 的虛體感覺，也可以選擇 80% 實體的感覺，而不再是那麼的確定是 100% 實或虛的感覺。

#### 模糊邏輯演算方法

本系統中嘗試將低層住宅案例搜尋應用模糊邏輯上，利用案例的型態屬性來進行討論與操作。屬性的選定方面，主要針對建築設計者的角度切入，初步嘗試從操作設計，基地環境、建築物主體等設計屬性中列舉出 18 項屬性，分別為對稱性、

平面形狀、入口位置、動線、開口數量、屋頂形式、環境、顏色、結構形式、結構材料、量體、開放性、造型、風格、樓層數、表面裝修材料、單元與整體關係、立面比例等。系統中運算方法的設計是將案例資料分為內部運算資料庫與外部查詢資料，並將屬性量化，透過運算方式達到模糊搜尋的功能。表一中利用屬性中的「平面形狀」來說明傳統表單選擇與模糊邏輯表單的相異處：

表一、二元邏輯選單與模糊邏輯選單比較

屬性	選項	屬性	選項	權重
平面形狀	方形	平面形狀	方形	100
	長方形		長方形	30
	圓形		圓形	40
	三角形		三角形	50
	不規則形		不規則形	60

傳統二元邏輯選單方式

模糊邏輯選單方式

選單轉換至內部運算資料表，原本口語表示的項目將其替換成數值代替，並進行權重與分數的乘積計算。試舉屬性中的「平面形狀」來說明，嘗試將平面形狀依相似性分成方形、長方形、圓形、三角形、不規則形五種，並分別賦予 1、0.75、0.5、0.25、0 五種分數。

透過將屬性項目量化過程後，進行權重與屬性項目的計算。透過量化過程，每筆屬性都會有一特性屬性，每一筆特性屬性的分數再與內部資料的分數核對，並分別加總分數，並於加總後找出相近或符合的分數。

### 案例資料分析

在模糊搜尋系統中的資料庫為了配合計算的功能，除了使用 Access 資料庫管理系統外，還配合 Excel 試算軟體。在 Access 資料庫中，低層住宅案例主要記錄的項目為基本概述資料與分析資料二部份。在 Excel 試算軟體中，主要資料庫的設計目的是將每一筆的屬性內容轉換成數字來記錄以方便進行計算。透過收集的低層案例，整理與分析屬性中的內容，並訂定案例屬性項目。每一個屬性的內容都賦予一個分數記錄在 Excel 表單中，試列舉對稱性、平面形狀、入口位置、動線等屬性內容的量化方法

表二主要是提供給系統設計者屬性對應及內部計算使用，一般查詢者無法進入查看。當查詢者在使用介面完成選擇動作時，系統會將選擇的結果進行權重與加總的計算，同時內部資料庫也進行同樣的動作，最後進行內、外部計算結果之比對的動作。

表二、屬性內容資料轉換表

屬性	屬性內容與分數				
對稱性	對稱 (1)	部分對稱 (0.5)	不對稱 (0)		
平面形狀	方形 (1)	長方形 (0.75)	圓形 (0.5)	三角形 (0.25)	不規則形 (0)
入口位置	中央 (1)	側邊 (0.75)	四角 (0.5)	其它 (0.25)	
動線	中心性 (1)	線性 (0.5)	簇群 (0)		
開口數量	81%-100% (1)	61%-80% (0.75)	41%-60% (0.5)	21%-40% (0.25)	0%-20% (0)

建築專業者對圖像的敏感度與接受程度是比較高的，本系統中嘗試利用圖像做為搜尋的介面，希望使用者選擇喜愛的建築物圖像後，而系統能提供更多類似於選擇圖像的案例。而本搜尋功能主要是透過量化的過程中，找出每筆案例屬性最具特色的部分，讓每個案例都是具有幾個重要的特性。

### 六、模糊搜尋系統的搜尋介面

模糊搜尋系統的建構主要是朝條件式與圖像式兩方向進行，以下分別介紹此二介面之建構準則：

#### 1. 條件式模糊搜尋：

查詢選項由 18 項屬性構成，選單除了基本的屬性選擇外，另外有權重的選擇，使用者在屬性與權重選擇完畢後，系統會判斷選擇的屬性值與屬性的重要性。主要查詢介面分為屬性選則與屬性權重調整。使用者選擇完屬性選單後可以再依使用者對屬性的重要性下權重比值的判斷，判斷此屬性的重要性。例如使用者在對稱性這項屬性選擇了對稱的選項，接下來使用者可以在權重選擇中選 70%，這項選擇代表的意義為：使用者選擇了對稱性佔 70% 重要性的屬性。依序選擇完畢後，查詢到的結果。符合使用者需求的案例順序由第一列第一行為排名第一的案例，依序由左至右排序。系統共會搜尋並排列最接近的案例給使用者。

#### 2. 圖像式模糊搜尋：

提供案例資料庫中的案例圖像作為查詢的選擇，使用者點選一個或兩個或數個案例圖像，系統會將案例屬性做比對，分別找出最重要的特性並重新排序，並進入資料庫中找尋分數類似的案例。透過圖像式模糊搜尋系統，系統呈現給使用者的資料主要以圖像為主，並可以大致猜測出使用者提供原始輸入圖像之意圖。使用者可以從系統提供的案例圖像中進一步點選進入查看更詳細的案例資料。案例內容以文字、一般圖面、分析圖面及動態圖像的方式呈現。

## 七、結論與建議

在建築設計過程中，案例的參考使用是個極為普遍的現象與方法，當我們遇到不熟悉的建築機能類型時，案例研究可以迅速提昇我們對此建築類型空間的瞭解；碰到特殊的基地形式時，案例則提供各種處理手法為設計者所參考。案例的使用是在於建築的原創性之外，提供他人／它案的設計經驗，使設計者得以迅速的進入狀況、增加設計知識以及擴展設計的可能性。然而，案例在建築上之運用一直缺乏有效的系統化方法，在本研究中將案例的經驗累積，讓設計者不再費時於案例的選擇。然而較淺層知識與經驗的獲得僅能幫助設計者概括了解案例，對於案例的設計概念與深層思考並無法完整的被說明與分析。本研究將案例知識以三種知識層級呈現，試圖讓使用者能獲得需要的案例知識。此外，本研究應用模糊搜尋理論，讓網際網路搜尋的方式更方便於使用者，在此對傳統與模糊搜尋的方式進行比較與說明：

1. 資料庫的整合與分類上，傳統的資料庫系統透過使用者所下達的條件後，進而比對資料庫的資料，完全符合者才有可能傳回給使用者。而模糊搜尋資料庫接收訊息後會透過量化運算的過程，給予使用者相近的案例資料。

2. 在介面的設計上，選單式介面並無屬性權重的選擇，權重的提供讓使用者可以讓系統透過量化的過程知道此屬性與整體屬性的比重，而系統也會提供依使用者調整的權重下的案例，讓搜尋的案例結果不再是有或沒有答案。但是，在建築的深層知識有些部分與口語化部分是無法完全被量化的，這也是需要突破的瓶頸。

3. 圖像介面的模糊搜尋方式，讓對圖像較為敏感的建築使用者透過圖像的喜好來決定要搜尋的案例資料，此種搜尋方法是較容易且方便被操作的。

最後，除了資料的完整性與查詢的方便性外，對資料內容的呈現也是非常關鍵的，目前3D繪圖、多媒體、VRML等工具以非常普及，利用這些輔助的工具讓資料內容更完整、清楚的透過網際網路的方式來呈現，讓案例資料的收集、知識的傳達、搜尋方式的人性化更具有價值，是案例式推理必然的趨勢。

## 八、建議與後續研究

透過本研究與系統建構，發現完整的案例資料庫從資料的收集整理、分析、資料庫建構、搜尋方式與資料的呈現都是環環相扣且相互影響。針對本架構下，仍可繼續研究的部分提供給日後研究者幾項參考建議：

1. 一般案例知識的部分，概述性的資料較為廣泛，如果對於分析資料可以更深入的

探討，利用分析後的屬性，應該可以對於資料庫建構、搜尋方式與介面有所幫助。

2. 資料庫的類型可以朝向不同類型多種案例上進一步探討，目標不同的案例類型的分析方式上相對也會有所不同。

3. 模糊搜尋的部分，研究中屬性的分類尚未完善，可以利用案例分析的結果，找尋建築中可被量化的部分進行研究，設計出轉換準則。

最後，透過案例的分析進而調整案例，讓案例具有產生新的設計的能力，探求電腦輔助建築設計方法運用上的新可能性，也是未來嘗試的方向之一。整體而言，圖像模糊搜尋介面，不但在搜尋方式與技術上提供新的刺激，對建築的認知行為上也是可以深入研究的部分。

## 九、參考文獻

- [1] Chen, Chen-Cheng, *Analogical and Inductive Reasoning in Architectural Design Computation*, Ph. D. Dissertation, ETH, Zurich, 1991.
- [2] Shih, S. G., "Case-Based Representation and Adaptation in Design", in the Proceeding of CAAD Future'91, Zurich, p.301-312, 1991.
- [3] Schmitt, G., "Case-based Reasoning in an Integrated Design and Construction System", in K. Mathur et. Al. (ed.), *Management of Information Technology for Construction*, p.453-465, World Scientific Publishing Co., 1993.
- [4] Gero, J., *Design Prototypes: a Knowledge Representation Schema for Design*, AI Magazine, Spring, 1991.
- [5] Rosenman, M.A., Gero, J., and Oxman, R., *What's in a Case: The Use of Case Bases, Knowledge Base and Databases in Design*, in G.N. Schmitt (ed.) CAAD Future'91, Zurich: ETH, p.263-277, 1991.
- [6] Oxman, R., "Design Case Bases: Graphic Knowledge Bases for the Design Workspace", in the proceeding of CAAD Future'95, Singapore, 1995.
- [7] Kolodner, J., *Case-Based Reasoning*, Morgan Kaufmann, 1993.
- [8] Dave, B., Schmitt, G., and Faltings, B., Smith, I., "Case Based Design in Architecture", in J.S. Gero and F. Sudweeks (eds.), *Artificial Intelligence in Design '94*, p.145-162, Kluwer Academic Publishers, 1994.
- [9] Maher, M.L., Balachandran, M. B., Zhang, D.M., *Case-based Reasoning in Design*, Lawrence Erlbaum Associates, Inc., 1995.
- [10] Carbonell, John, *Derivational Analogy*, Ph. D. Thesis, Carnegie-Mellon Univ., PA, 1984.
- [11] Maher, M. L., SAM: A Multimedia Case Library of Structural Design, the Proceedings of CAADRIA'97, Taiwan, p.5-13, 1997.
- [12] Chiu, M.L., *Analogical Reasoning in Architectural Design: Comparison of Computers vs. Human Designers in Case Adaptation*, In the Proceedings of the Second International Conference of CAADRIA '97, Taiwan, 1997.
- [13] Mcneill, Daniel and Freiberger, Paul, *Fuzzy Logic*, Simon & Schuster, NY, 1993.
- [14] Kosho, Bart, *Fuzzy Thinking*, Hyperion, NY, 1994.