



地震防救災文獻案例式查詢系統¹

林峰田² 李佳昀³

論文投稿日期：88年9月15日

論文接受日期：88年11月25日

摘 要

台灣是一個地震災害頻仍的地區，爲了防救災的需要，長久以來，研究單位也累積了相當多的成果。然而，當吾人遇到一個新的問題情境時，如何從汗牛充棟的研究報告中，快速而正確地找尋到適宜的研究成果，以供參考，便成了一個相當重要的課題。本研究利用「案例式系統」的技術來嘗試解決這個問題。本研究將地震相關的研究報告歸納成13種屬性，並且透過專家訪談的方式，選定查詢的關鍵指標及一般指標，同時以Caspian軟體進行實例測試其可行性。其結果顯示，當問題情境定義清楚時，只用一個關鍵指標即可以找到相當有用的資料。

關鍵詞：案例式推理、知識管理系統、地震防救災

1. 本研究係接受國科會委託「地震防救災決策支援研究(I)」(編號：NSC88-2625-Z-002-048)成果之一部分。
2. 國立臺灣大學建築與城鄉研究所副教授，Email: ftlin@ccms.ntu.edu.tw。
3. 國立臺灣大學建築與城鄉研究所碩士，Email: leejy@pchome.com.tw。

中華民國都市計劃學會 民國八十九年



A CASE-BASED LIBRARY QUERY SYSTEM FOR EARTH-QUAKE HAZARDS PREVENTION

Feng-Tyan Lin and Jia-Yun Lee

Graduate Institute of Building and Planning, National Taiwan University

Taipei 106, Taiwan, R.O.C.

ABSTRACT

Taiwan suffers a lot of crises from earthquakes. To prevent hazards, there are many researches that have been done for a long time. However, it is a critical issue that retrieving an appropriate research paper from a huge amount of reports. This research employs the technique of case-based reasoning, where each case corresponds to one research report, to tackle the difficulty. Furthermore, we use 13 attributes for these research reports, and identify critical and ordinary indices by interviewing experts. Free software, Caspian, is also used to implement a prototype for testing the appropriateness of attributes, weights, and indices in the case-based system. It is found that single critical index is sufficient for a well-defined scenario.

Keywords: Case-Based Reasoning, Knowledge Management System, Earthquake Hazards Prevention

一、前 言

台灣在防救災方面的相關研究，早年大多著眼於工程方面的探討，甚少涉及都市防救災議題。九〇年代以後，才有愈來愈多的學者投入都市防救災相關研究(例如：陳亮全，1991；李威儀等，1997；林峰田，1998)，政府也開始愈來愈重視都市層級之防救災問題。而自從電腦科技愈來愈發達，學者也不斷發展相關決策支援系統以協助都市防救災的研究，其中，「案例式推理」(Case-Based Reasoning, 簡稱CBR)係近年來漸受矚目的一種研究方法。

在八〇年代，規則式(rule-based)專家系統頗受到重視，它主要被用來解決定義清楚之結構化問題，並且爲了考慮周詳，往往使得整個系統變得規則數量龐大而複雜。雖然有不少研究探討規則式專家系統在都市計劃的應用(例如：陳加全，1991)，但都市計劃所解決的問題大多是弱結構性或半結構性，問題本身往往難以清楚描述，而解決方法(規劃思考過程/規劃知識)更是難以被摘錄成規則，因此規則式專家系統較難以應用於都市計劃領域。八〇年代末，案例式推理的概念被提出，由於它「以記憶爲推理基礎」(Leake 1996)、「根據以前的經驗來解決新問題」(e.g. Aamodt 1994)，可輔助解決難以結構化的問題，且所引用的知識都是已發生過、真實存在的案例，此外，無論問題是否有成功解決，該經驗都會被保留下來，所以CBR系統可不斷地學

習。因此，CBR已成為近年來人工智慧研究最受注目的議題之一，且被廣泛應用於各領域，如法律推理(e.g. Weber-Lee et al., 1997)、醫學診斷(e.g. Wheeler et al., 1998)、建築設計(e.g. Maher, 1998)、諮詢服務(e.g. Weber & Schult, 1998)、電子商務(e.g. Wilke et al., 1998)、規劃及配置(e.g. Bergmann et al., 1998)、教育(Aluisio & Oliveira Jr., 1995)、軍事計劃(e.g. The Navy Center for Applied Research in Artificial Intelligence, 1999)、以及複雜機械系統的檢修(e.g. Deters, 1995; Goker & Birkhofer, 1995)等。

國內CBR研究才剛起步，建築與規劃界僅少數相關研究，且大部分是CBR於建築設計的應用(Case-Based Design, CBD)，例如：邱茂林(1997)、王明衡(1997)等，僅何棟國(1997)及鄒克萬(1998)討論CBR於都市計劃的應用。此外，國外探討CBR應用於都市計劃的研究也非常少(e.g. Marir & Watson, 1995; Yeh & Shi, 1999a)，就吾人所知，尚無將CBR應用於防救災工作的相關研究。

都市防救災所牽涉的範圍極為廣泛，台灣經常發生的天然災害包括地震、水災、風災、土石流等，而每種災害所牽涉的地理環境及社經條件等又極為複雜。本研究以地震為主要範疇，蒐集歷年來地震防救災相關研究報告，將每一本研究報告作為一個案例，並利用英國Wales大學所開發的CBR共享軟體Caspian(1999)，建置「地震防救災文獻案例式查詢系統」，探討其屬性、指標及權重等課題，以瞭解應用CBR於都市防救災研究之可行性。

二、案例式推理

(一)發展背景

研究CBR的動機主要來自認知科學及人工智慧兩方面。CBR的研究最早起源於1977年Schank和Abelson所提出的劇本(Scripts)、以及1982年Schank提出的動態記憶(Dynamic Memory)的概念。此外，CBR理論的發展也受到了哲學及心理學關於觀念的形成、問題解決及經驗式學習的理論，以及類比式推理等方面研究成果的影響(e.g. Aamodt 1994; Watson & Marir, 1994; Leake, 1996)。

第一個可被稱之為案例式推理器的系統是由耶魯大學Janet Kolodner(Schank的研究團體)所發展出來的CYRUS，CYRUS奠基在Schank的動態記憶模型及記憶組織包裹(MOPs)理論。這個系統所發展出來的記憶體模型成為後來許多案例式推理系統的基礎，例如MEDIATOR、PERSUADER、CHEF、JULIA、CSEY。

CBR的研究始於美國，後來才逐漸遍及世界各地，目前以德、美、英的研究發展最為蓬勃。CBR已成為當今人工智慧領域最受重視的議題之一，全世界至少有數十個大學及研究機構在研究CBR，且幾乎每年都有國際工作坊及國際研討會在各地舉行，但台灣關於CBR的研究仍極少。

(二)CBR的循環運作機制



體，且可直接從網路下載，並附有原始程式碼，可自行修改程式，這是它最方便之處，也是本研究選擇Caspian作為研究工具的主因。Caspian之程式內容主要包括系統簡介、案例屬性的定義、關鍵指標的定義、修改的定義、調適規則的定義、案例庫等六個部分：

1. 主要程式結構

(1) 系統簡介(Introduction)

協助使用者了解案例庫應用系統的目的及使用方法。

(2) 案例屬性的定義(Case Definition)

重點在於指標系統的訂定，亦即定義一個案例中可能出現的每個屬性之名稱、類型及權重大小。權重有助於搜尋比對合適的案例，權重愈大表示該屬性愈重要。

(3) 關鍵指標的定義(Index Definition)

定義哪一個(或哪幾個)屬性要被當作關鍵指標。Caspian將所有屬性依重要程度分成「關鍵指標」(第一階段篩選)和「一般指標」(第二階段篩選)兩類。關鍵指標係指那些最重要、最關鍵的屬性，其權重可視為無限大，且其屬性值的類型必須是列舉式(enumerated type)。指標系統中至少要有一個關鍵指標，以供系統進行初步篩選用，只有完全符合關鍵指標的案例才會在第一階段篩選時留下來。因此，除非案例庫很大，否則關鍵指標最好不要超過一個或兩個。

關鍵指標的訂定非常重要，若關鍵指標訂得很精準，則即使使用者對問題情境的了解不夠清楚、或是一般指標輸入有誤，系統也可以很快地找到符合基本要求的相似案例。因此，作為關鍵指標的屬性必須是能清楚分類的、每個案例一定屬於某個屬性值、使用者在輸入問題描述時一定要正確作答。有些屬性分類較為模糊不清、或是一個案例可能跨兩個以上屬性值、或是有些案例可能沒有那個屬性分類，則即使該屬性很重要，也可能不適合當作關鍵指標。其餘不作為關鍵指標的屬性皆為一般指標，須依其重要性高低給定不同權重。

(4) 修改的定義(Modification Definition)

指定哪些符號或數目字是相似的，或將某個符號指定成為其他符號的抽象概念，這在案例搜尋的過程中有助於做更廣泛的搜尋，以找出更多相似的案例。相似符號或相似數目字之權重為原來屬性全部權重的四分之三。

(5) 調適規則的定義(Repair Rule Definition)

調適規則是用來調適從案例庫中擷取出來的建議解答，以使它更適於解決當前的問題。當被擷取案例被進行調適時，案例中問題部分的值被使用者所輸入的新值所取代，因此問題轉成代表當前的處境。然後，調適規則會發生作用，以檢驗被擷取案例的問題部分及解答部分中某些造成問題的特定值，如果相符合，則調適規則發生作用，被擷取案例的解答部分產生改變。

(6) 案例庫(Case Instance)

案例內容包含兩部分，第一部分表示當前的處境或遭遇到的問題，第二部分則表示解

答、診斷結果等。

2. 操作步驟

(1) 輸入問題情境

使用者根據提示逐步輸入各項屬性的值，有些屬性如果不知如何作答，可以跳過不答，但作為關鍵指標的那個屬性一定要作答。根據所輸入的處境，系統會篩選出所有符合關鍵指標的案例。如果第一階段的搜尋結果沒有任何案例符合所有關鍵指標，則系統會提示使用者重新設定其他關鍵指標。

(2) 選擇是否要使用權重

以Caspian進行相似性評估時，使用者可自行選擇是否要使用權重(亦即使用一般指標進行第二階段評估)。若選擇要使用權重進行相似性評估，則系統會在第一階段所篩選出的案例中搜尋比對所有屬性，並自動擷取一個總權重最高的案例，即最相似案例。若選擇不使用權重，則系統會將所有符合關鍵指標的案例都擷取出來，使用者可一一瀏覽，再手動選擇想要的案例。

(3) 選擇是否要把調適過的案例加入案例庫

當相似案例被擷取出來後，調適規則就會被應用。最後，使用者可以選擇是否要把調適過的案例加入案例庫，以擴充更新案例庫，讓系統發揮學習的功能。

三、系統建構方法

本研究採用案例式推理來建立「地震防救災文獻案例式查詢系統」，系統建構可分為案例呈現、設定問題情境、指標系統的訂定、案例擷取、以及解答的評估等五個部分，分述如下：

(一) 案例呈現

決定案例呈現方式為建立CBR系統的第一步，案例呈現涉及案例的「結構」及「內容」。「地震防救災文獻案例式查詢系統」將每一本書當作一個案例，共蒐集百餘本地震防救災相關研究(不含地質研究、地震工程)。採取「屬性－屬性值」結構來呈現案例，並以作者、出版單位、年度、研究性質、防救災階段、研究內容、研究方法、行政層級、行政部門、空間層級、可應用範圍、支援對象、以及關鍵字等13個屬性來記錄分析每個案例的內容，各屬性之類型及所涵蓋之值域如表一所示。

在案例呈現時，若某個屬性有兩個以上的屬性值，Caspian較難處理。故在13個屬性中，研究方法、行政部門、支援對象等三個屬性並不用於問題情境的輸入，而是用於「解答」部分對案例的表述。



表一 指標系統之所有屬性及其值域一覽表

屬性	類型	值	域
1.作者	字串	---	
2.出版單位	列舉式	1.國科會 2.內政部建研所 3.經濟部水資源局	4.交通部中央氣象局 5.農委會 6.其他中央單位 7.地方政府單位 8.學校 9.其他民間部門
3.年度	數值	---	
4.研究性質	列舉式	基礎研究 應用研究	
5.防救災階段	列舉式	1.減災 2.預備 3.緊急應變 4.重建/復原	
6.研究內容	列舉式	1.地質調查 2.地震災害因素分析 3.地震災害潛勢分析 4.地震災害危險度分析 5.地震災害境況模擬 6.震災歷史及震災調查 7.地震工程 8.防災體系 9.防災計畫	10.都市計畫之防災規劃 11.土地使用計畫 12.相關法規 13.資料庫 14.資訊系統 15.通訊系統 16.災害心理學 17.災害保險 18.教育訓練 19.社區防災 20.預警系統 21.緊急應變 22.損失估計 23.重建/復原 24.論文集 25.其他 26.綜合
7.研究方法	列舉式	1.問卷調查 2.統計分析 3.現場調查	4.訪談及座談 5.資訊技術應用 6.文獻回顧 7.國外考察 8.案例研究 9.其他
8.行政層級	列舉式	1.中央政府 2.地方政府	
9.行政部門	列舉式	1.工務 2.農業 3.社會 4.消防	5.警察 6.衛生 7.環保 8.財政 9.兵役 10.教育 11.綜合 12.其他
10.空間層級	列舉式	1.全國 2.跨縣市區域	3.縣(市) 4.社區 5.建築物
11.可應用範圍	列舉式	1.全國性 2.地區性	
12.支援對象	列舉式	1.決策人員 2.行政人員	3.勤務人員 4.研究人員 5.一般大眾
13.關鍵字	字串	---	

(二) 設定問題情境

即使是同一套案例庫，使用者不同、所面臨的問題情境不同，則需要的指標系統也會不同。內政部在86年3月修正「都市計畫通盤檢討實施辦法」，增設「都市計畫通盤檢討時，應就都市防災避難場所、設施、消防救災路線、火災延燒防止帶事項進行規劃及檢討」之條文，對各級政府造成立即的衝擊與影響，對於都市規劃者而言亦是一個全新的挑戰。是故，本研究給定受訪者的假設情境為：受訪者為民間部門的規劃師，接受地方政府委託訂定縣市層級都市計畫之防災規劃，以本研究所開發的「地震防救災文獻案例式查詢系統」來查詢參考文獻。

(三) 指標系統的訂定

相似性(similarity)是CBR最重要的概念之一(Bergmann 1998)，系統會根據每個屬性的相似性來評估新問題和舊案例的相似性，而不同屬性的重要性可能不同，指標系統的訂定就是要指派各個屬性的重要性。受訪者首先必須選取一個(或兩個以上)關鍵指標，再依其他一般指標的重要性給定不同權重(0~10分)。

雖然有些CBR系統可讓使用者自行訂定指標系統，但大部分都是由該領域的專家所訂定。如何選定關鍵指標、以及如何給定一般指標的權重，是訂定指標系統最大的難題。本研究選擇了30位有規劃經驗、具備基本電腦使用能力的受訪者進行訪談，擷取專家的意見作為訂定指標系統的參考。30位受訪者均具規劃背景，其中1人為都市計劃領域之教授，7人是專職的研究助理或規劃師，22人為台大城鄉所博、碩士班研究生。

(四) 案例擷取

使用者輸入問題描述後，CBR系統的擷取演算法會根據記憶體的組織結構及指標系統，從案例庫中擷取最相似的案例。一般較為人所知的案例擷取方法有最近鄰法(nearest neighbor)、歸納法、知識導引式歸納法(knowledge guided induction)、模板擷取法(template retrieval)等，這些方法可單獨或合併使用(Watson & Marir, 1994)。Caspian係採用「最近鄰法」，一般而言，採用最近鄰法擷取相似案例所花費的時間會隨著案例庫的擴大而呈線性增加，故最近鄰法應用於小案例庫時較有效率。目前「地震防救災文獻案例式查詢系統」僅有百餘個案例，以Caspian擷取相似案例時，僅需時2~3秒鐘。

(五) 解答的評估

在給定的問題情境下，將受訪者手動選擇參考文獻的結果，與Caspian系統操作結果相比較，即可評估被擷取案例的有效性如何。若Caspian系統操作結果與受訪者手動選擇的結果很相近，顯示本系統的案例呈現與指標系統的訂定都很適當；否則，就要修改系統。

在「縣市層級都市計畫之防災規劃」問題情境下，若讓受訪者手動選擇參考文獻，30位受訪者均認為最相似案例為「台北市都市計畫防災系統之規劃」(李威儀等, 1997)，因為台北市是目前唯一有做都市計畫防災規劃的縣市。其次相關的報告約有四本，包括：「都市計畫有關都市防

災系統規劃之研究」(蕭江碧、黃定國, 1995)、「都市計畫防災規劃作業之研究」(何明錦、黃定國, 1997)、「都市計畫通盤檢討有關防災規劃作業程序及設計準則之研究」(陳建忠等, 1999)、以及「都市規劃手冊第八冊—都市防災」(余慧慧, 1998)等, 有的受訪者僅選擇前三本, 最後一本因較難從報告題目看出其內容重點, 所以有些人沒選。

四、指標與權重

(一) 所有屬性之重要性整體分析

歸納整理30位受訪專家的意見(見表二), 以權重平均值、被選作關鍵指標的次數、被認為完全不重要(權重為0)的次數、以及得分在7分以上的次數等四項作為評定標準時, 發現結果有相當的一致性。最重要的幾個屬性依序為「研究內容」、「關鍵字」、「空間層級」, 因為這三項是最直接關乎研究本身的屬性, 「關鍵字」是一般最常用的圖書查詢方式, 「空間層級」在防救災文獻的查詢上特別有意義, 是與其他領域的圖書查詢不同之處。

最不重要的屬性為「行政層級」以及「作者」、「出版單位」。「行政層級」被認為是最不重要的

表二 「地震防救災文獻案例式查詢系統」所有屬性之重要性整體分析

屬性	權重 平均值	被選作關鍵指標 的次數及百分比	被給定權重為0的 次數及百分比	得分在7分以上的 次數及百分比
作者	5.0	1 (3%)	3 (10%)	7 (23%)
出版單位	4.8	2 (7%)	5 (17%)	7 (23%)
年度	7.0	4 (13%)	2 (7%)	12 (40%)
研究性質	6.0	3 (10%)	3 (10%)	10 (33%)
防救災階段	5.5	0 (0%)	2 (7%)	12 (40%)
※ 研究內容	17.8	25 (83%)	0 (0%)	27 (90%)
研究方法	7.4	4 (13%)	2 (7%)	14 (47%)
行政層級	3.5	0 (0%)	6 (20%)	6 (20%)
行政部門	5.9	1 (3%)	3 (10%)	12 (40%)
※ 空間層級	10.0	8 (27%)	0 (0%)	17 (57%)
可應用範圍	7.0	4 (13%)	2 (7%)	12 (40%)
支援對象	5.8	2 (7%)	2 (7%)	11 (37%)
※ 關鍵字	12.5	11 (37%)	1 (3%)	28 (93%)

註1：※表示較重要的屬性

註2：計算權重平均值時, 關鍵指標的權重以20分計。



屬性，因為只分中央、地方兩類，太過籠統；且目前台灣的防災研究幾乎都是由中央所主導，地方政府少有具體貢獻。雖然受訪者所面臨的情境為「縣市層級都市計畫之防災規劃」，屬於地方層級的規劃，但做規劃時通常必須參考上位計畫(中央)。由上述分析可知，「行政層級」這項屬性可以考慮刪除。此外，一般圖書查詢系統常用的「作者」及「出版單位」也被認為不太重要，主要原因是受訪者不清楚防救災領域有哪些專家及主要的研究單位、其研究方向及性質又有何不同。

(二) 關鍵指標

有25位受訪者選擇「研究內容」作為關鍵指標、11位選擇「關鍵字」、8位選擇「空間層級」，顯示這三項屬性非常重要，但它們卻不一定都適合當作關鍵指標。有些受訪者純粹從屬性之重要性來決定是否該作為關鍵指標，但有些受訪者會從CBR的理論及Caspian之功能來作考量。

近半數(43%)受訪者僅選擇一個關鍵指標，30%受訪者選擇二個，顯示有七成以上的受訪者認為關鍵指標僅需1~2個，考慮因素為關鍵指標個數若太多，除非對問題情境十分了解、且案例庫很大，否則可能找不到(或找到很少)相似案例。僅4位受訪者選擇4~7個指標，他們認為既然要搜尋參考資料，最好是條件很清楚，能直接找到最需要的資料。

(三) 一般指標

有些受訪者想盡量把所有屬性的重要性區別出來，因此給分範圍從0~10分都有；有些受訪者認為所有屬性的重要性僅可概分成3~4個等級，更細緻的比較沒有意義。有的受訪者覺得每個屬性都有一定程度的重要性；有的受訪者則認為只有幾個較關鍵的屬性是真正有意義的，其他幾個屬性完全無價值、或僅能發揮一點點輔助功能，因此可刪除之。

五、成果討論

(一) 系統評估

若以專家訪談的結果來進行系統測試，採取權重平均值作為各屬性的權重，以「研究內容」作為關鍵指標，輸入「縣市層級的都市計畫防災規劃」之問題情境來搜尋參考文獻。結果發現，當選擇使用權重進行相似性評估時，系統會找出最相似的一本報告，即「台北市都市計畫防災系統之規劃」(李威儀等，1997)；當不使用權重時，系統會列出所有研究內容關於都市計畫之防災規劃的文獻共四本，與使用者手動查詢的結果完全相同。故得知，「地震防救災文獻案例式查詢系統」之指標系統的設計與專家的思考方式很相似。當案例個數少時，手動查詢尚屬可行，但當案例庫愈來愈大時，使用本系統進行文獻查詢，顯然可大為提高搜尋效率與精確度，而搜尋結果又與人腦搜尋結果極為相近。

(二) Caspian之功能檢討



Caspian之原版程式仍存有若干功能不足之處，但使用者可依需要自行修改程式碼，改善部分缺失。

1. 介面不夠親和

Caspian為DOS介面，案例呈現方式較適合採用結構簡單的「屬性－屬性值」，且除了字串以外，無法使用中文，也無法使用圖形。此外，在中文Windows下執行時，常有亂碼出現。

2. 不能依相似性高低排列案例順序

若選擇不使用權重來進行相似性比較，系統會將所有符合關鍵指標的案例都擷取出來，但並不會列出其相似性值，也不會依相似性高低順序排列，而是依案例在案例庫裡的先後位置排列，因此使用者無法比較這些案例的相似性高低。

3. 無法設定案例擷取的個數及相似性範圍

若使用者選擇使用權重，系統會搜尋出最相似的一個案例；若選擇不使用權重，系統會將所有符合關鍵指標的案例都擷取出來(數量可能很多)。使用者無法設定要擷取多大相似性範圍內的案例、或最多擷取幾個相似案例。

4. 即使最相似案例有兩個以上，也只能擷取一個

當使用者選擇使用權重時，系統會搜尋出最相似的那一個案例，如果最相似案例有兩個以上，系統也只會列出在案例庫中排列順序最前面的那一個，這是Caspian最大的缺失。

六、結論與未來研究方向

Wheeler(1998)，在某些情境下使用CBR會優於使用其他技術：(1)已經儲存了大量的歷史資料；(2)專家藉由舉例來說明該領域的知識；(3)經驗和教科書上的知識同樣有價值；(4)問題沒有被完全了解，例如沒有強大的模型、領域知識難以取得，或是專家規則未知、難以推測或編碼；(5)環境非常動態或難以預測，或是環境太複雜以致於難以進行監控；(6)規則含有很多例外；(7)需要建立一個共同的記憶體，將所有人的知識與經驗轉化成專業知識/專門技能；(8)想要找出剛發生的或未知的錯誤；(9)過去是未來最好的預測者。而地震防救災研究具備上述多樣特性，具備使用CBR之優勢。

從本研究中，吾人可以獲得以下更具體之結論與建議：

(一)CBR應用於圖書查詢系統／知識管理系統的優勢

圖書查詢系統為知識管理系統(Knowledge Management, KM)的一種，而探討CBR與KM的結合是當今最熱門的研究議題之一(e.g. Dubitzky et al., 1999；Haley, 1999；Moussavi & Massoud, 1999；AAAI-99 Workshop, 1999)。傳統全文檢索搜尋引擎大多使用關鍵字搜尋，但當資料庫

愈來愈龐大、文獻內容很繁雜時，使用者輸入關鍵字後，常常出現一大堆相關或不相關的資料，必須再花很多時間篩選；有時候使用者並不確定該使用什麼關鍵字查詢，因此必須不斷地試誤(try and error)查詢。而使用邏輯運算(and/or)、以多個條件交互查詢時，又常常找不到資料或找到的資料內容不是想要的。應用CBR建立的圖書查詢系統可以解決傳統圖書查詢系統的問題(Moussavi 1999)。

在「地震防救災文獻案例式查詢系統」裡，案例的呈現除了依據文獻的一般屬性(作者、出版單位、出版年度等)，更重要的是考慮文獻內容(研究內容、防救災階段、空間層級…等)，因此較不會發生找到的文獻僅「外觀」相似、但內容卻全然無關的結果。即使使用者對要找的文獻內容與範圍只有模糊的了解，只要能確定關鍵指標，其餘一般指標沒輸入或輸入錯誤，系統都可以找到符合基本要求的文獻。

(二) 本案例庫的擴充及更新維護

案例的蒐集及呈現往往比原先所預期的困難許多，而使用哪種結構、如何選擇適當的指標(屬性)都是系統建立初期很重要的工作。近年來防救災研究廣受重視，每年至少有數十本地震防救災相關文獻出版，系統維護者必須考慮如何掌握最新的出版資訊，更新案例庫、或修改案例結構及指標系統，以適應環境的變遷。現有的13個屬性是針對台灣防救災的研究現況而訂定，將來隨著研究方向的改變、案例數量的增加、現實環境的轉變、以及使用者對CBR及地震防救災認知程度的不同，所使用的屬性及屬性值也應有所調整，而其修改方式較傳統規則式系統更為容易，一般使用者在缺乏專家協助的情形下也可自行修改系統。

此外，本研究在建立案例庫時僅能大略篩選案例內容，無法針對每個案例內容的品質進行詳細評斷。因此使用者可能找得到完全符合每項屬性要求的案例，但該文獻的品質卻不合其需求，此時使用者可透過刪除過時或不適用案例來達到案例庫的更新。後續研究亦可朝這方面發展，如何訂定準則以篩選不合適案例，避免案例庫收納了太多不適用案例，顯得大而無用。

(三) 指標及權重的訂定

大部分CBR系統之屬性權重值都是由該領域的專家所訂定，但因為每位專家對CBR與防救災的認知程度不同，因此專家的意見顯得極為分歧，需要兩方面的專家共同配合才能研擬出一套較實用的指標系統。此外，使用者身分不同、面對的問題情境不同，使用需求也會不同；即使同一個案例，在不同應用場合，其重要性(權重)也會不同。因此系統應針對使用者的身分及問題情境之差異而擬定不同的指標系統。有時候使用者不一定認同專家所訂定的指標系統，或是既定的指標系統不適用於要解決的問題，這時CBR系統應提供使用者自行決定或調整指標系統的彈性。

(四) 整合CBR及其他技術

根據認知心理學的理論及實驗結果顯示，通常人類解決問題及學習的過程涉及好幾種不同型態知識的利用，以及好幾種推理方法的結合。整合不同的學習及推理方法以提高系統的推理

能力，是近年來CBR研究所努力的目標(Aamodt, 1994；Leake, 1996)，例如，CBR與規則式推理之整合(e.g. Golding & Rosenbloom, 1996; An et al., 1997)、與模型式推理之整合(e.g. Bartsch-Sporl, 1995)、以量化模型支援CBR(e.g. Arts & Rousu, 1997)、結合類神經網路及CBR(Reategui et al., 1995)、CBR與GIS之結合(Yeh & Shi, 1999b)等。此外，平行處理(parallel processing)有助於處理大量資料(Aamodt, 1994)，WWW CBR是未來必然的發展趨勢(e.g. Doyle et al., 1999)，國外已有一些可供使用者直接上網操作之WWW CBR系統。因此發展Web版的「地震防救災文獻案例式查詢系統」，讓所有使用者皆能方便的從網路上進行查詢，是本研究未來的努力目標。

(五) 結合Haz-Taiwan系統或採用實際防救災經驗作為案例

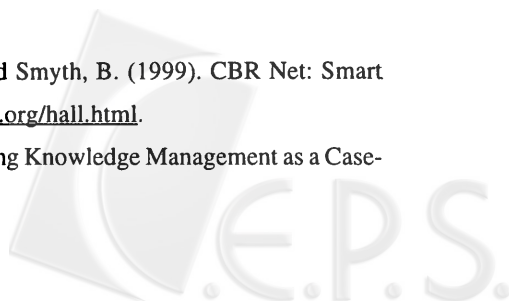
由國科會與資策會共同引進，以HAZUS 97為基本架構進行本土化修而成之Haz-Taiwan地震災害損失模擬評估系統已於88年10月完成初版，其輸出結果可應用於緊急搶救修復工作的調度及中長期重建計畫之規劃。但Haz-Taiwan每次操作須耗費數小時，若在大地震發生後才開始進行災情模擬難免緩不濟急。因而建議平時先假設各種情況以Haz-Taiwan模擬災情，並將之建置成案例庫，一旦大震災發生，可立即擷取相似案例進行搶救災及災後重建。

此外，「921集集大地震」無論官方或民間均累積了豐富的救災與重建經驗，期望能儘快將這些經驗建置成緊急救災案例庫，不僅平時可供大眾及政府單位進行防災演習，災時亦可緊急建議適當之應變措施，並避免再犯相同錯誤。

參考文獻

1. 王明蘅(1997)，「案例式資料庫之使用行為研究」，國科會專題研究計畫成果報告(NSC-86-2211-E-006-055)。
2. 何明錦、黃定國(1997)，「都市計畫防災規劃作業之研究」，內政部建研所。
3. 何棟國(1997)，「案例式農村規劃支援系統之研究」，成大都研所碩論。
4. 余慧慧(1998)，「都市規劃手冊第八冊—都市防災」，省住都處市鄉規劃局東區隊。
5. 李威儀、錢學陶、李咸亨(1997)，「台北市都市計畫防災系統之規劃」，台北市政府都市發展局。
6. 林峰田(1998)，「都市災害危險度評估網格資訊系統之建立」，內政部建研所。
7. 邱茂林(1997)，「案例式設計之建築個案研究」，國科會專題研究計畫成果報告(NSC-86-2221-E-006-054)。
8. 陳加全(1991)，「專家系統在國宅規劃評估的應用」，成功大學建築研究所碩論。
9. 陳亮全(1991)，「嘉義地區集居空間易致震災危險度評估及比較研究(一)」，國科會專題研究計畫成果報告(NSC80-0414-P002-268)。
10. 陳建忠、黃定國、黃志弘(1999)，「都市計畫通盤檢討有關防災規劃作業程序及設計準則之研究」，內政部建研所。

11. 鄒克萬(1998),「案例式都市規劃支援系統發展架構之研究」,國科會專題研究計畫成果報告。
12. 蕭江碧、黃定國(1996),「都市計畫有關都市防災系統規劃之研究」,內政部建研所專題研究計畫成果報告(002244850378)。
13. AAAI-99 Workshop (1999). Exploring Synergies of Knowledge Management and Case-Based Reasoning, <http://www.aic.nrl.navy.mil/~aha/aaai99-kmcbw/>.
14. Aamodt, A. and Plaza E. (1994). Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches, *Artificial Intelligence Communications*, 7(1):39-59.
15. Aluisio, S. M. and Oliveira Jr., O. N. (1995). A Case-Based Approach for Developing Writing Tools Aimed at Non-native English Users, *Case-Based Reasoning Research and Development*. Veloso, M. & Aamodt, A. (eds.), First International Conference, ICCBR-95, pp.121-132.
16. An, A., Cercone, N. and Chan, C. (1997). Integrating Rule Induction and Case-Based Reasoning to Enhance Problem Solving, *Case-Based Reasoning Research and Development*. Leake, D.B. & Plaza, E. (eds.), Second International Conference on Case-Based Reasoning, ICCBR-97, pp.499-508.
17. Arts, R. J. and Rousu, J. (1997). Qualitative Knowledge to Support Reasoning About Cases, *Case-Based Reasoning Research and Development*. Leake, D.B. and Plaza, E. (eds.), Second International Conference on Case-Based Reasoning, ICCBR-97, pp.489-498.
18. Bartsch-Sporl, B. (1995). Towards the Integration of Case-Based, Schema-Based and Model-Based Reasoning for Supporting Complex Design Tasks, *Case-Based Reasoning Research and Development*. Veloso, M. and Aamodt, A. (eds), First International Conference, ICCBR-95, pp.145-156.
19. Bergmann, R. (1998). Introduction to Case-Based Reasoning, available at <http://wwwagr.informatik.uni-kl.de/~lsa/CBR/cbrintro/sld001.html>.
20. Bergmann, R., Munoz-Avila, H., Veloso, M. and Melis, E. (1998). CBR Applied to Planning, *Case-Based Reasoning Technology: From Foundations to Applications*. Lenz, M., Bartsch-Sporl, B., Burkhard, H-D and Wess, S. (eds.), pp.169-199.
21. Caspian之介紹及軟體下載http://www.aber.ac.uk/~dcswww/Research/arg/cbrprojects/getting_caspian.html.
22. Dattani, I., Case-Based Reasoning, available at <http://www.cs.bris.ac.uk/~dattani/cbrtalk.ppt>.
23. Deters, R. (1995). Case-Based Diagnosis of Multiple Faults, *Case-Based Reasoning Research and Development*. Veloso, M. and Aamodt, A. (eds), First International Conference, ICCBR-95, pp.411-420.
24. Doyle, M., Ferrario, M. A., Hryes, C., Cunningham, P. and Smyth, B. (1999). CBR Net: Smart Technology over a Network, available at <http://www.ai-cbr.org/hall.html>.
25. Dubitzky, W., Buchner, A.G. and Azuaje, F.J. (1999). Viewing Knowledge Management as a Case-



- Based Reasoning Application, available at <http://www.aic.nrl.navy.mil/~aha/aaai99-kmcbw/>.
26. Goker, M.H. and Birkhofer, H., (1995). Problem Solving with "The Incredible Machine": An Experiment in Case-Based Reasoning, *Case-Based Reasoning Research and Development*. Veloso, M. & Aamodt, A. (eds), First International Conference, ICCBR-95, pp.441-450.
27. Golding, A. R. and Rosenbloom, P.S. (1996). Improving Accuracy by Combining Rule-based and Case-based Reasoning, available at <http://www.merl.com/reports/TR94-19a/index.html>, published in *Artificial Intelligence 87 (November 1996)*, pp.215-254.
28. Leake, D.B. (1996). CBR in Context: The Present and Future, available at <http://www.cs.indiana.edu/hyplan/leake/papers/a-96-book.html>, published in *Case-Based Reasoning: Experience, Lessons, and Future Directions*. Leake, D.B. (ed.), pp.3-30.
29. Maher, M. L. (1998). CBR as a framework for design, *Proceedings of AAAI Workshop on Case-Based Reasoning Integrations*.
30. Marir, F. and Watson, I. (1995). Representing and Indexing Building Refurbishment Cases for Multiple Retrieval of Adaptable Pieces of Cases, *Case-Based Reasoning Research and Development*, Veloso, M. and Aamodt, A. (eds), First International Conference, ICCBR-95, pp.55-66.
31. Moussavi, Massoud (1999). A Case-Based Approach to Knowledge Management, available at <http://www.aic.nrl.navy.mil/~aha/aaai99-kmcbw/>.
32. Reategui, E., Campbell, J.A. and Borghetti, S. (1995). Using a Neural Network to Learn General Knowledge in a Case-Based System, *Case-Based Reasoning Research and Development*. Veloso, M. and Aamodt, A. (eds), First International Conference, ICCBR-95, pp.528-537.
33. The Navy Center for Applied Research in Artificial Intelligence (1999), <http://www.aic.nrl.navy.mil/projects.html>.
34. Watson, I. and Marir, F. (1994). Case-Based Reasoning: A Review, available at <http://www.aicbr.org/classroom/cbr-review.html>, published in *The Knowledge Engineering Review*, 9(4).
35. Weber-Lee, R., Barcia, R.M., Costa, M.C., Filho, I.W.R., Hoeschl, H. C., Bueno, T.C.D., Martins, A. and Pacheco, R.C. (1997). A Large Case-Based Reasoner for Legal Cases, *Case-Based Reasoning Research and Development*. Leake, D.B. and Plaza, E. (eds.), Second International Conference on Case-Based Reasoning, ICCBR-97, pp.190-199.
36. Weber, G. and Schult, T.J. (1998). CBR for Tutoring and Help System, *Case-Based Reasoning Technology: From Foundations to Applications*. Lenz, M., Bartsch-Sporl, B., Burkhard, H-D & Wess, S.(eds.), pp.255-271.
37. Wheeler, R. (1998). I Knew That: An Introduction to Case-Based Reasoning, available at <http://www.dai.ed.ac.uk/groups/outlook/downloadmal.html>.
38. Wheeler, R., Beales, P.F. and Fletcher, A. (1998). The WHO/CTD System for Intelligent Anaemia/ Malaria Risk Assessment, available at <http://www.dai.ed.ac.uk/groups/outlook/whoanemia.html>.

39. Wilke, W., Lenz, M. and Wess, S. (1998). Intelligent Sasel Support with CBR, *Case-Based Reasoning Technology: From Foudations to Applications*, Lenz, M., Bartsch-Sporl, B., Burkhard, H-D and Wess, S. (eds.), pp.91-113.
40. Yeh, A G O and Shi, X (1999a). Applying Case-Based Reasoning to Urban Planning: A New Planning-Support System Tool, *Environment and Planning B: Planning and Design*, 26:101-115.
41. Yeh, A G O and Shi, X (1999b). The Integration of Case-Based Reasoning and GIS in Development Control, *Environment and Planning B: Planning and Design*, (26):345-364.

