

# 都市設計實質環境規劃之專家評估系統建立

衛萬明\* 張紀涵\*\*

\* 朝陽科技大學建築及都市設計研究所  
e-mail:wmwey@mal.cyut.edu.tw

\*\* 朝陽科技大學建築及都市設計研究所  
e-mail:j6402@ms37.hinet.net

(收件日期:91年05月02日;接受日期:92年06月14日)

## 摘要

本研究乃在探討「都市設計實質環境規劃之評估系統」之建立及發展。由本研究中所提出之設計方法結合了專家系統，都市設計，以及社會科學之決策理論等相關領域之研究方法而成。尤其特別地是，本研究採用決策理論中的評估方法，並將其嵌入專家系統內，藉以建構出一套可巧妙處理設計上知識與價值的創新方法。

本研究乃以 Delphi 程式語言，作為發展專家系統建構工具的軟體，同時並訪問都市設計專家學者以從中獲取知識並建立知識庫；此外並蒐集各設計方面詳盡之資料及資訊以建立資料庫。此外，本計畫所提出之專家系統具有以下之特色，即(1)同時具備知識庫與資料庫雙重推論與查詢之效；(2)知識庫採用模組化方式設計，符合知識不斷更新與成長的要求；(3)具有在不確定因素下推論之能力；(4)具有系統推論過程追蹤的功能，並可從事政策性分析。

由於傳統上認為「都市設計」的領域本身具有高度的主觀性，但本研究透過相關研究之獻得知，其卻也因此十分適合於專家系統之建構與發展。

本研究之主要貢獻在於應用人工智慧技術以發展出一套可達到輔助都市設計為目的之系統的建立，同時透過實證研究及案例分析，更證明了本研究所建構之系統具備了未來在從事都市設計時之可靠性及便利性。

關鍵詞：都市設計，專家系統，決策理論，多屬性效用法

## 一、前言

一個都市設計的解決方案，乃是透過一連串對都市形態 (urban form) 的研究、計畫的評估，以及其他相關技術性問題彼此間不斷地相互回饋 (feedback) 而得到的。一個都市設計者的想法及意念 (concept) 往往是因為其對某些意象 (images) 的強烈感受而產生的；而設計的解決方案也由此而來。一般而言，都市設計的進行過程中會產生兩項與此活動有關的挑戰：第一個是有關於都市設計者的個人特殊習慣 (idiosyncrasies)；第二個則是都市設計活動的設定 (setting) [34]。個人特殊習慣乃源於設計者對設計的不同觀點，以及他們個人對於過去其他設計作品的

意象各有不同認知所致。換言之，某些都市設計者可能特別著重於建築物的量體大小之影響；有些則特別著重於對設計空間機能方面的要求；至於其他的設計者則或著重於建築物所包含的開放空間部份做要求等。另一方面，對於都市設計活動的設定則指的是基地的現況、計畫案的要求條件，以及發展管制規範等客觀性之限制條件而言。對於不斷在改變中的都市而言，傳統的都市發展規範以及分區管制皆不足以形成一個好的都市形態。誠如 Gosling(26)所言：傳統的發展管制僅可達到「對土地使用及建物使用標準的預防性衡量」之目的，其充其量僅可對如建築物方面材料、顏色，或窗戶細部加以管制罷了。

在世界各地許多的城市如紐約、舊金山等皆有對都市設計訂有更具有管制性的細則條例。這些都市設計條例採用了諸如設定建築物高度、樓地板面積比，以及用地設置等形式之規則來達到管制都市形態之目的(27)。都市設計的過程本屬十分主觀，並且實有心要明確訂出某些規則或條例以合理地表達出設計者之主觀性。同時這些規則亦可幫助解決自古於創造性思考以及合理性分析間的相互衝突點；同時其亦可減低自古於都市設計過程中，主、客觀領域間之差距。

此外，「時間的限制 (time constraints)」亦為都市設計者的另一項重大挑戰。在複雜的都市設計問題中，有太多的可能設計解決方案可在一定的期間中被發展出來。而在各種不同的可能設計創作方案中，設計者必須對向者可加以進行嘗試以及向者該予以放棄的風險評估下作設計方案之抉擇。

純就傳統之都市設計過程而言，上述之問題可利用電腦輔助設計 (computer-aided design) 以及專家系統方法 (expert systems techniques) 來解決之。首先，對於設計者的個人特殊習性問題是有必要加以處理的。其次，與設計想法有關的目視影像等相關資訊而產生的印象或回憶必須使其透過電腦的輔助予以簡便化 (facilitated)。第三則是電腦可將都市設計問題以規則 (rules) 形態表達之；規則的表達可呈現出合乎邏輯的一致性。第四，另外還須對對於不同設計方案可快速且便捷地對上述之規則進行評估 (evaluation) 之功能。

本研究將針對上述問題以發展出一套合理之設計方法。此設計方法不僅結合專家系統，都市設計之概念，並融合社會科學之決策理論等相關領域知識及技巧於此方法論中。總體而言，本研究乃嘗試結合電腦以及社會科學於都市設計之藝術及科學的發展中。更進一步而言，本研究採用了決策理論中的評估方法，並將其嵌入專家系統內，藉此以建構出一套可巧妙處理設計的知識與價值的一套創新方法論。本研究將著重於發展出一套都市設計專家系統 (Urban Design Expert System, UDES) 以為一輔助都市設計過程之工具。在發展此一系統的同時，本研究亦將模擬都市設計者個人自古從事設計時的特殊習性。

在過去有部份的獻曾探討過有關人工智慧領域中專家系統應用於都市設計之研究，然而僅有極少數的研究結果被認為可行。回顧近年來的研究，應用社會科學的方法 (如決策理論、統計問卷調查分析法等) 於都市設計之研究已漸漸成為一極具潛力的發展方向 (Merchant 於 1990 年發表的論文中展示了極佳的案例探討此一問題)。本研究計畫亦將採用人工智慧及決策理論的方法，企圖將都市設計的發展過程系統化。同時，本研究希望能透過建立一完整的系統，以達到輔助都市設計之目的。

綜上所述，本研究計畫之目的可分別以下列三點簡要說明之。

- (1) 構建一都市設計專家系統，以供都市設計者進行設計方案選擇與適用性評估之輔助工具。
- (2) 建立一都市自古從事都市設計時，選擇適當設計方案之評估參考依據。
- (3) 以往國內外有關都市設計之進行，除做少許的定性及定量準則上之分析外，多憑主觀之判

斷為設計依據；而專家系統除可同時處理定性及定量因素外，並可做其他完整之分析，計可改進上述之缺點。

## 二、文獻回顧

### 2-1 都市設計背景及實質環境規劃課題探討

Lynch[30]對於都市設計有其客觀定義的詮釋。其認為都市設計乃是一種對現實之連續時空的形式及其經營理念管理之建議。Madanipour[33]於「都市空間設計」一書中，曾建議應分析都市設計中七項對立性問題如下：1. 都市設計所描述的都市組織比例，2. 強調都市設計的視覺性與空間性，3. 強調都市設計的空間性與社會性，4. 城市設計的過程和產物之間的關連性，5. 不同的專家和他們活動間的關係，6. 都市設計上公域私部門部份的合作，以及7. 都市設計是個客觀理性或主觀富與感情的過程。如此，可較為清楚且明白的瞭解都市設計所包含之層面。

此外，Shirvani[38]曾強調都市實質型態構成的基本元素為：土地使用、建築形式與量體、流通動線與停車、開放空間、街道系統、都市活動、標誌及保育等。都市設計則涵蓋實質、自然與人文等三個領域。Gallion & Eisner[24]亦強調未來都市的建構必須考量土地使用、住宅、商業及工業發展、交通動線、保育、環境污染、以及都市防災等。Barnett[19]曾提出都市設計是古城市變遷中或發展與停滯裡，提供對都市實質環境設計的過程。這涵蓋都市與鄉村、景觀與建築物之保育、維護及更新等。其中更提到都市型態的形成，都市外頭也許是無意義的行為，但形成的過程是有意義的。

從上述國內外專家學者對於都市設計的定義，亦可以知道都市設計不僅只是立體的環境規劃設計，也含括實質環境與非實質環境的整合，並且依不同的時空背景，來延續都市的永續發展與城市風貌的創造。從各個研究對於都市設計的陳述，可以清楚瞭解都市設計的專業特性是一多元性的規劃，同時並強調一個都市環境塑造的過程，與計畫地區整體架構之建立，以及都市意義的塑造及關心建築物之間的空間關係[28]。此外，就都市設計之操作內容而言，一個完整的都市設計作業，含括了都市環境規劃設計方案之提出、都市設計準則之擬定、都市設計審議方式與組織之組成等。依照廖世璋[16]所出版之「都市設計理論與應用」一書提及，都市設計內容與流程可述如下。包含有：1. 都市設計基地分析，2. 都市發展定位，3. 地區空間環境發展計畫，以及4. 都市設計規劃方案。由上述文獻可知，在都市設計的內容中，有關實質環境規劃的部分，實佔了相當重要的比例。

Lynch[29]早期對於都市意象的研究，是以地方展現之特性提出都市場所架構。其認為界定「可意象性」是都市實質環境的品質。而他以實質空間環境組成分析後，提出構成都市意象的五個元素，顯示市民對都市意象的指認方式與內涵。此都市意象的五個元素包括：1. 通道（paths），2. 邊緣（edges），3. 地域（districts），4. 節點（nodes），以及5. 地標（landmark）。Bentley[20]所著「*Responsive environments: a manual for designers*」一書中，提出「都市應具可辨識性、視覺的適宜性、豐富性、個性化等都市風貌的特性。然以現今台灣的都市而言，都市意象的分析似乎已經不足於處理都市環境複雜的問題，但是都市意象所含內容的調查分析，卻是可以提供都市設計工作者與政府主管機關或民眾的一個直接溝通途徑的基礎。

另外，在實質環境組成因素交互作用中，空間組織為其關鍵所在。就都市空間結構而言，可分成點、線、面的空間形式來詮釋。其都市空間結構的要素可包括焦點、軸線、節點、地標、

開放空間、視覺走廊等等。而都市空間結構要素的品質有包括空間封閉感、比例、人性尺度、節點張力、空間連續性、歷史延續、空間的節奏、多樣性、活動的吸引等等。並提出「都市空間架構系統，內容有活動特性區系統、路徑系統、軸點空間系統、開放空間系統、都市天空線尺度系統、街廓空間系統、視覺走廊與瞭望系統、方向指認系統、觀光路線系統」[12]。因此，就都市設計的實質環境規劃而言，我們應透過對其良好之規劃，以達到都市空間應具備之可及性、多樣性、易讀性、多元性、視覺相對性、豐富性與風格性等空間品質訴求；進而探討行人步道、徒步空間設計、車行交通系統、建築量體與天際線構成原則、建築型式與立面、社區開放空間系統、建築基地綜合設計有關開放空間品質管制、色彩計劃等項目。

從上述對都市意象、都市空間與都市形態觀念探討之都市實質環境因素，其目的乃是為了釐清都市環境其實是一具備多面向及多屬性的環境空間。但是古都市設計工作者認知中的都市實質環境構成元素，必定包括了上述的三種空間理論探討的意涵[12]。換句話說，都市設計工作需要處理與操作的元素是一具有整合性的規劃課題。而此課題之內容應包括有土地使用、交通動線、都市實體、都市虛體[16]。

## 2-2 都市實質環境評估探討

「環境」是人們賴以生存，在特定時空狀態下的組合與存在的形式；實質環境是由人的感官可以直接體會覺察的事物，其中都市實質環境不只是三度的空間架構，應更進一步注意人們的感官經驗如環境意識、都市意象等場所意涵[21]。本研究整理相關實質環境品質評估文獻，進一步了解到，適當環境品質的標準會因時間及空間而有所變化，因此需由多元性及多層次的衡量才能有一客觀的評估標準。就環境品質內涵言，1996年於土耳其伊斯坦堡召開的「城市高峰會議」，針對全球都市危機謀求可行之行動與對策，以促使全球達到「健康」、「安全」、「平等」、「永續」四大目標之全球思考，地方行動之觀念[3]。另依據聯合國世界衛生組織(W.H.O.)所提出居住水準四大指標，分別是舒適性、安全性、便利性、保健性。此外 Lynch & Gary[32]著作之「敷地計劃(Site Planning)」一書中則提出適當環境品質指標分別是維生(vitality)、意識(sense)、適合(fit)、可及性(access)、控制(control)五項品質指標。此外根據美國麻省理工學院(MIT)之研究指出，影響都市生活環境之因素有下列五項：地理及交通因素、氣候因素、土地使用因素、各種收入階層的聚集型態因素、地域之經濟與人口統計因素。而國內之相關研究黃定國[15]亦提出於都市生活中，有關人命的安全保障、健康而衛生的家居環境、便捷的交通、舒適且美觀的環境品質為都市生活的基本訴求。孫青等[7]提出居住環境、交通環境及公共福利環境三大生活環境品質評估指標。而蔡勳雄[18]則以實質環境為架構，提出自然環境、空間環境、鄰里社區環境、住宅、交通運輸、公共設施環境、工作場所等七項作為都市生活環境品質評估的指標。另外紀素菁[6]著眼於環境結構方面的研究，提出良好的都市生活環境品質應包含環境感受、公共服務、社會結構、經濟變遷等四個層面。另針對都市地區的環境評估研究，其後曾國雄等[14]探討台北、東京、漢城三地的都市環境，提出安全性、保健性、社會經濟性、舒適性、方便性、自然性的評估指標。此外，施鴻志及解鴻年[5]亦提出社區實質環境品質評估內容有提昇社區環境品質、促進社區的永續經營及塑造人性安全的社區生活空間三大評估目標。

本研究將上述的研究成果與專家學者提供的都市環境品質衡量指標，應用古本專家評估系統上有關都市環境品質的標準判斷。但就都市設計規劃的環境品質需求而言，本研究將會配合都市設計內容所探討之實質環境規劃課題，以進一步進行本系統評估項目擬定時的參考。

## 2-3 專家系統在都市及建築上之應用情形

探討專家系統在都市及建築領域之相關應用情形，以佐證專家系統在本研究的適用性，以說明為何利用專家系統作為本研究方法之背景說明。近幾年來美、歐、及澳洲等地區國家，應用專家系統於建築及都市設計領域可說是相當普及，甚至部分專家系統已邁入實用階段，反觀國內相關之研究則尚有一段落的落差。本研究將以應用階段為劃分把專家系統在建築及都市上的應用情形做一整理回顧，如表 1 所示。

表 1 專家系統在建築及都市相關領域之應用情形

應用階段	研究領域	發展單位／國家	年代
計劃階段	建築法規的解釋	雪梨大學，澳洲	N. A.
	建築基地分析	伊利諾大學，美國	1989
	國宅基地規劃評估	賴光邦、陳加全，成功大學建築研究所，中華民國	1991
	建築法規檢討	賴光邦等，成功大學建築研究所，中華民國	1996
	路外停車場設置	衛萬明，朝陽科技大學建都所，中華民國	1999
	都市計畫案例	鄒克萬，成功大學都市計畫系，中華民國	1999
規劃設計階段	結構安全評估	Bristol 大學，英國	N. A.
	高樓建築之結構系統評估	M. L. Maher, 美國	1985
	平面停車場設計	陳立富，台大土木研究所，中華民國	1989
	現代化個人辦公空間	吳麟賢，成功大學機研所，中華民國	1989
	建築物理分析	田納西大學，美國	1989
	設計建築外殼	Concorolia 大學，加拿大	1990
	捷運車站規劃設計	張益城，台大土木研究所，中華民國	1991
	建築結構設計	王人牧等，淡江大學土木系，中華民國	1999
施工階段	建築物裝修固定之指定	香港大學，中國大陸	N. A.
	鋁窗縫隙物質之選擇	澳洲	N. A.
	混凝土病變診斷	張淵源，台灣科技大學營建研究所，中華民國	1990
	建築工地安全管理	黃淵源，逢甲大學建都所，中華民國	1995
	建築工程臨時房損害	陳維和等，雲林科技大學營建工程系，中華民國	1998
使用階段	結構地震損害之診斷	普渡大學，美國	N. A.
	建築維修	印地安技術學院，美國	1990

註：N. A. = Not Available

資料來源：修正自『日明德、江坤源，1992』

而就國內應用專家系統於規劃設計與評估之相關研究，本研究亦將其整理如下表 2，並簡述如下：

表 2 專家系統應用於規劃設計與評估之國內相關研究文獻回顧

作者、題目	摘要說明	日期、出處
陳加全 專家系統在國宅規劃評估的應用	本論文以國宅為對象探討規劃設計所需的知識，並探討專家系統應用的研究。	1991 成大建築所
張益城 捷運車站規劃專家系統雛形之研究	目的在於將車站規劃的專業知識與經驗整理、歸納後建構一有效之車站規劃整合性之專家系統。	1991 台大土木所
陳志宏 專家系統應用在住宅規劃階段建築法規檢討之研究	本論文以台灣省為範圍，住宅建築為對象探討規劃階段所需檢討之法令，並建構專家系統。	1992 成大建築所
日明德、江坤源 建築管理雛形專家系統之初步研究	以公部門建築管理作業為研究對象，從其建築物空間關係的研究，並建立一建築管理雛形專家系統。	1992 內政部建築研究所

郭勁初 商業建築規劃階段建築法規專家系統之研究	以台灣省為範圍，商業建築為對象探討規劃階段所需檢討之法令，並建構雛形專家系統。	1993 成大研究所
陳俊光 規劃階段建築法規檢討知識擷取與專家系統建構之研究	本研究以台北市自商建築為對象，進行法規知識工程與專家系統建構。	1996 成大研究所

由表 2 可知，國內此方面之研究多產出於學術研究單位，以下將分別簡述之。陳加奎[10]之研究主要針對專家系統應用於國宅規劃評估，亦即透過對國宅規劃之相關評估項目作一整理，並透過專家系統發展工具，建構成一具專家評估功能的應用系統。另張益城[8]之研究在於將捷運車站規劃的知識與經驗作整理、歸納後建構一具有效率之捷運車站規劃專家系統。其他針對建管法規等方面，如王明德、王坤源[2]之研究乃針對專家系統應用於建築業務之管理，透過專家系統與電腦輔助設計軟體 AutoCAD 之融合，以公部門建管業務之處理為研究範圍，且將知識庫以量體及空間的知識表達方式為架構，建成一輔助於建管人員作建築管理之用。此外陳志宏[11]與郭勁初[9]研究也都是以建築法規為研究對象，目的則在於建構一於住宅與商業建築規劃設計階段之建築法規檢討專家系統。而陳俊光[13]將專家系統應用於協助解決台北市自商建築在規劃階段之建築法規檢討知識擷取與專家系統建構之研究。

### 三、都市設計之實質環境規劃專家評估系統規劃程序

由文獻回顧的探討內容可以發現，欲建構一適用於都市設計之實質環境規劃方案評估之專家評估系統，所需考慮的評估項目係為一多面向及多屬性的整合性課題。因此，本研究依專家系統應用於建築及都市領域相關文獻探討的結果，進一步印證了專家系統適用於本系統的發展。

#### 3-1 建構工具及程式語言介紹

一般專家系統的發展工具程式可有兩種選擇，一種為專家系統殼軟體，另一種則是以程式語言進行系統的開發[17]。本研究以程式語言進行系統發展。而本研究基於對軟體的熟識程度與取得容易與否為考量，最終選擇以 Delphi 程式語言，作為本研究系統發展的工具軟體。Delphi 程式語言本身之事件導向程式設計特性與人工智慧之專家系統知識表示具相通性，所以適用於作為本專家評估系統的發展工具。

#### 3-2 資料及知識表示方式及獲取

對於專家評估系統所包含的資料與知識，一般而言仍需要透過知識工程師與程式工程師之同合作，將人類專家的知識轉換成系統可接受的格式；同樣地，資料庫的部分，亦需要經過處理與轉換，並收集整理後以結構化的型式整理，以便資料庫之建立。對於本專家評估系統而言，資料及知識可說是最重要的部分。而本研究對專家評估系統建構所需的知識，主要來源於：1. 專家學習訪談及問卷調查：透過訪談與問卷調查取得第一手資料，並透過調查之結果整理成可資應用的評估「知識」，2. 相關專業權威之書籍與雜誌：如都市設計專書，建築及都市專業雜誌等，3. 學位論文：國內外各大學之博、碩士學位論文，4. 學術期刊、研究報告等：如建築學報等或各相關之研討會論文集等。

一般知識的獲得是人工智慧研究中最重要之中心問題[23]。Quinlan[35]亦指出知識的獲得是專家系統建構瓶頸的理由之一。而在專家系統知識的表示方式上，一般認為可分為規則式

(rule) 導向專家系統、框架 (frame) 式導向專家系統，與語意網路 (semantic network) 三種 [39]；此外也有文獻再加入“客體—屬性—值 (Object-Attribute-Value)”與“邏輯表示法 (logical expression)”二種 [25]，其多依知識表示之應用可提供電腦系統有關知識構成單元，及其相互關係的描述，使知識能在電腦上反應出來。而本研究建立的系統乃以能夠清楚且合邏輯地表達出知識的內涵，因此大多數的都市設計規則都以 IF...THEN 的形式來表達。同時此生產規則的 (production rule-based) 選擇亦將受到知識庫 (knowledge base) 的影響 [39]。

### 3-3 系統操作程序說明

一般都市設計之實質環境規劃作業之操作內容，包括了都市環境規劃設計方案之提出、都市設計準則之擬定、都市設計審議方式與組織之組成等；而都市設計作業會因實際規模、性質、方案主題、基地特性及規劃人員設計構想等而有不同的規劃方案。因此，必須先瞭解所謂的「規劃設計」，這是個複雜的行為，從 Zeisel [40] 其所著之「*Inquiry by design: tools for environment-behavior research*」一書中提及設計的五個特性，可發現檢驗評估是其中一項基本的規劃設計活動，其中規劃設計過程之評選、辯論、質問、批判、比較、反省都是規劃設計活動裡評估的方式與方法；而檢驗評估之目的，意指將階段之成果與現有資料作一評估，核對方案之表現。而本專家評估系統就是提供一在規劃設計活動裡的回饋步驟，讓我們面對未知且無數的可能答案，提供一有效評估檢驗的途徑。而上節資料及知識之獲取，即是利用都市設計相關實質環境規劃領域中部份的研究成果轉換為評估知識，以發展成本專家評估系統，提供給規劃設計人員，作為調整發展中的都市設計之實質環境規劃方案之檢驗工具。

對於本專家評估系統之規劃過程可概述如下：本研究經過專家知識的收集與知識工程師的討論後，轉換知識成為電腦資訊後並建構成本系統。其系統之評估規則係利用多屬性效用函數為基礎之整合，並利用專家系統所具有之符號及規則推論功能，模擬專家應用知識及經驗以提供決策者具專家水準之規劃方案評估結果。另外，對於本專家評估系統之操作程序為，系統使用者點選執行本系統，逐一的回答系統所顯示的評估項目；如遇評估項目語意不清，可求助於資料查詢系統，進行評估項目之解釋說明。其系統使用者也可以一次開啓雙重畫面，即其「系統執行」與「資料查詢」之人機介面，可同時應用其評估與解釋功能。

系統最後之評估結果將以分數化型式呈現替選方案間之評估情況。得到具專家水準之評估建議。另外評估結果呈現之同時，系統亦會出現系統使用人員在執行本系統時，所有評估選擇的過程與系統推論之過程，提供於系統使用者作回饋管理之目的。

## 四、都市設計之實質環境規劃專家評估系統建立

本研究之都市設計實質環境規劃專家評估系統的建立首先擬出評估原則與方法，其次則對評估目標階層體系建立與專家問卷調查作整理，亦即系統知識庫的相關評估知識探討；最後為系統組織架構與系統建立流程及參與人員角色確立，並完成程序規則設計與知識庫目標規劃。

由於本研究提出之都市設計專家系統乃基於對從事都市設計之特別需求而產生。因此，首先此系統必須能合乎實用且可達到吸引或協助都市設計者之目的才行。然因任何一位設計者其所重視的都市設計準則可能不盡相同。譬如，某位設計者可能認為一個都市設計空間品質 (spatial quality) 之重要性遠甚於其動線 (circulation)；而另一位設計者則可能持有完全相反之意見。因此，我們有必要針對此設計者的個人主觀習慣於系統的發展中作一處理。有關此點將

在下列的評估方法中作一較深入之討論及說明。

#### 4-1 都市設計專家系統評估方法

本研究將針對都市設計評估準則進行蒐集及確認，以作為建構都市設計專家系統之規則（即設計要點）所需。都市設計之準則的建立可參考國內外文獻得知。而根據大多數國外文獻所述，如1987年的“*San Antonio River Walk Advisory Commission*”報告，1970年的“*Urban Design Plan of San Francisco*”，以及1981年 Lynch 所著之“*A theory of good city form*”，主要的都市設計準則可概分為五大類；它們分別是：(1)空間界定（spatial definition），(2)建築物造型及量體（building form and massing），(3)動線（circulation），(4)活動維持（activity support），以及(5)美學（aesthetic）。而設計品質的優劣則是取決於其對上述各類準則所建構而成的規則（即設計要點）之滿意程度而定。再者，並非所有的規則皆對設計目標具有同樣的影響力。有些規則對設計的績效（performance）重要性較高，有些則否。

由決策理論發展出之多屬性效用法 MAUT，其可整合設計及評估二者並提供相互間回饋（feedback）之功能。對於一個評估方法而言，多屬性效用法可將產出（outcomes）的結果以數字形式（numerical form）表現出來。而多屬性效用法應用於都市設計之本質乃基於其可將前述五類都市設計之評估準則所建構而成之規則以數字形式加以比較並評比之。在多屬性效用法中，對於每一準則之權重（weights）皆可以數字形式表示。同時，還可藉此描述所列之準則對於設計者而言的重要性高低為向。至於每一條規則的最終評估值則是結合了準則本身之權重值與其水準值而得[22]。因此，本研究另以層級程序分析法（A.H.P.）作為求得評估項目間之評估比例常數，亦即其權重之方法。同時，還可藉此描述所列之規則對於設計者而言重要性高低為向。至於每一條規則的最終評估值則是結合了評估因子本身之權重值與其規劃滿意程度（等級得分比例常數）而得之。

另外，Edwards et al.[22]曾提出就多屬性效用法本身其會因為因子間是否具獨立性而適用於不同的計算型態。本研究為瞭解所擬定的都市設計之實質環境規劃評估因子間是否彼此獨立，因而進一步製作相關性檢定問卷以對所擬的50項評估因子進行相關性的檢定分析。分析的方法，是以樣本的資料計算兩兩評估因子之間皮爾遜氏積差相關係數（Pearson product-moment correlation coefficient）的值，用來表示兩兩評估因子之間的相互關連程度，同時將分析的結果以相關矩陣表示之。而由相關性檢定問卷結果之相關係數矩陣表示，發現多數目標體系之兩兩評估因子間的相互關連程度偏低。換言之，就是體系之兩兩評估因子間彼此多具有獨立性。所以選擇適用於「加法型」計算型態之多屬性效用函數。本研究都市設計之實質環境專家評估系統決策過程及評估方式可表示如下：

〔決策過程〕：資料及知識之收集和整理 + 多屬性效用函數 → 設計方案

〔評估方式〕：乃以多屬性效用函數作為方案評估值之決定，方案評估值可表示如下：

$$\text{方案評估值 } j = \sum_{p=1}^n w_p \times x_{jp}$$

$n$  = 方案因子的數目

$x_{jp}$  = 方案  $j$  中因子  $p$  之等級（等級得分比例常數）

$w_p$  = 因子  $p$  之權重值（評估比例常數）

由於都市設計之實質環境規劃品質評估是一個具專業性與整合性的規劃設計體系，所以本

研究利用管理科學的方法，將都市設計之實質環境規劃評估內容，建立成一目標階層體系架構，將體系的實質環境規劃評估內容，按步就班的轉換成「目標」、「指標」、「因子」之「上」、「中」、「下」三個階層的結構。其主要的功能，是讓評估目標體系作用於都市設計之實質環境規劃作業裡，看似「鬆散」的評估因子加以結構化，讓設計結果合乎管理科學之目的。所以其實質環境規劃的評估項目，將會由文獻資料等歸納整理而成有用的評估知識，並建立完整的評估體系；並將所有評估項目以階層方式劃設，建立一適用於都市設計之實質環境規劃替選方案之評估體系。

適當都市環境品質會因時空上的變化，需由一綜合性的衡量可能有一客觀的評估標準。就環境品質內涵，1996年城市高峰會議提出「健康」、「安全」、「平等」、「永續」之全球思考，地方行動之觀念。另於林欽榮[4]著作之「都市設計看台灣」一書，提及都市設計之在圖用意可共同歸納為：提昇環境品質、實施整體的規劃、美化都市功能、強化都市區域之各別特色、控制土地使用與發展等目標。而欲達成都市設計之目標，需要透過都市設計準則進行規範與管制；一般都市設計準則項目可分成：土地使用分區計劃、交通運輸計劃、建築物管制、開放空間系統與公共設施計劃等內容。所以本研究整理台灣地區現行之都市設計案例、都市計畫之內容、都市環境品質評估研究與各地區之都市設計準則內容等文獻，歸納出都市設計的主要目標，為確保實質環境品質之提昇與都市環境的永續發展，而且應具有良好城市景觀風貌等綜合性之目標。故本研究擬定都市設計之實質環境規劃評估目標階層體系，共有三大主要目標：分別是「提昇實質環境品質」、「追求都市永續經營」，以及「創造城市景觀風貌」。

在擬定各評估項目後，接下來將對各別因子之操作性定義與等級劃分說明之。操作性定義主要乃解釋因子本身所表示的內涵；而等級劃分之目的則是為了建立一因規劃品質之優劣對系統所包含之各類評估因子本身所建構而成之規劃滿意程度而定。因之，為系統之建立本研究必須將各別因子之等級劃分，並以甲等級、乙等級與丙等級表達其劃分結果，以供後續知識庫的建構工作。

#### 4-2 評估因子權重 A.H.P.專家問卷調查結果整理

為求得各評估項目間之評估比例常數，亦即其權重，本研究以層級程序分析法 (A.H.P.) 作為評估因子權重的方法。此專家問卷調查共寄出十份，主要訪查對象包含建築 (2 位)、都市設計 (2 位) 及景觀規劃 (2 位) 等學有專精之學者及公部門相關單位主管 (2 位) 與部分開業建築師 (2 位) 等。問卷回收經整理並計算後，得各評估因子之權重值如表 3 所示。

此外，有關都市設計之實質環境規劃方案 j 中因子 p 之等級得分比例，亦即是各別評估因子之規劃滿意程度之等級劃分。本研究為讓其等級之劃分能具有客觀性，並採用分數化的評估結果表現之，本研究另行製作一方案 j 中因子 p 之等級得分比例問卷調查，計算後並求得評估因子之等級得分比例常數，並運用於系統知識庫的建構。評估因子之等級得分比例常數，詳如表 4 所示。

在此值得一提的是，本研究之系統在建構完成後，為達系統之信度 (verification) 檢測標準，曾邀請先前填寫專家問卷之學者及其他專業人士對系統進行操作及測試，其結果顯示此系統在經過數位人員重複測試後，所得問題結果並無太大差異，此現象應可解釋系統可信度檢測之接受性。

表 3 都市設計之實質環境規劃評估目標階層體系權重表

評估目標／權重(上)	評估指標／權重(中)	評估因子(下)	權重	
提升實質環境品質 / 42.7	A. 土地使用指標 / 12.7	A1. 計劃人口密度	2.3	
		A2. 道路用地佔有比率	1.1	
		A3. 土地使用分區管制	2.5	
		A4. 公共設施總面積之服務水準	2.7	
		A5. 土地細分	1.9	
		A6. 建築基地規模管制	2.2	
	B. 空間環境指標 / 11.7	B1. 建築基地法定空地配置方式	3.1	
		B2. 公共開放空間系統	6.1	
		B3. 街道尺度	2.5	
	C. 人行交通指標 / 12.2	C1. 無障礙空間設施	1.5	
		C2. 無障礙步道寬度	1.5	
		C3. 一般人行步道寬度	1.5	
		C4. 主要交通要道車身分離設計	1.7	
		C5. 建築物地面層留設騎樓和有頂蓋式道廊	0.8	
		C6. 基地與基地間跨越道路連通系統	1.2	
		C7. 行人車道穿越(交叉路口)	1.2	
		C8. 道路的空間層次	1.5	
		C9. 人行步道上公共車站之入口	1.3	
	D. 交通與停車指標 / 6.1	D1. 商業區停車空間設置	1.0	
		D2. 對區內交通聯繫方式	0.8	
		D3. 對區外交通聯繫方式(與上位都市的連結)	0.9	
		D4. 車輛出入口配置	0.8	
		D5. 住宅區停車空間	0.6	
		D6. 路邊停車	0.4	
		D7. 公共站旁臨時性停車空間	0.7	
		D8. 主要交通轉運站停車空間	0.9	
	追求都市永續發展 / 32.4	E. 都市維生系統指標 / 9.4	E1. 超高層建築基地外部風環境影響檢討	2.0
			E2. 日照環境與建築物節能評估管制	1.9
E3. 廢棄物與上下水道系統影響說明			2.2	
E4. 機動車輛噪音管制			1.5	
E5. 垃圾儲存空間設置			1.8	
F. 公共設施與服務指標 / 10.3		F1. 鄰里公園綠地與廣場服務範圍	2.2	
		F2. 學校服務可及性	2.1	
		F3. 公用設備管路系統	1.4	
		F4. 老人設施服務範圍	1.2	
		F5. 村日型鄰里性商業區服務範圍	1.2	
		F6. 村週型市鎮中心商業區服務範圍	1.0	
		F7. 車站或轉運性質車站可及性	1.2	
G. 都市防災安全指標 / 12.7		G1. 緊急避難場所服務範圍	7.2	
		G2. 防災空間規模	5.5	
創造城市景觀風貌 / 24.9	H. 建築量體與造型指標 / 8.5	H1. 建築量體管制	2.4	
		H2. 建築造型管制	1.8	
		H3. 建築物材料及色彩管制	1.4	
		H4. 建築物開口部附加設施物管制	1.1	
		H5. 建築物設置廣告招牌管制	1.0	
		H6. 建築物標示系統	0.9	
	I. 都市景觀特色指標 / 16.4	I1. 建築物法定空地綠化管制	7.2	
		I2. 景觀植栽種植與施工管制	3.2	
		I3. 基地景觀設施與街道傢俱	3.3	
		I4. 基地照明系統管制	2.6	

表 4 評估因子之等級得分比例常數表

評估因子	(甲)	等級得分 比例常數	(乙)	等級得分 比例常數	(丙)	等級得分 比例常數
A1. 計劃人口密度	◎	0.72	△	0.62	⊖	0.12
A2. 道路用地佔有比率	◎	0.64	△	0.58	⊖	0.18
A3. 土地使用分區管制檢討	◎	0.86	△	0.26	⊖	----
A4. 公共設施總面積之服務人口水準	◎	0.84	△	0.28	⊖	----
A5. 土地細分	◎	0.82	△	0.62	⊖	0.18
A6. 建築基地規模管制	◎	0.82	△	0.64	⊖	0.30
B1. 建築基地法定空地配置方式	◎	0.78	△	0.50	⊖	0.22
B2. 公共開放空間系統設計管制	◎	0.82	△	0.54	⊖	0.24
B3. 街道尺度	◎	0.84	△	0.18	⊖	----
C1. 無障礙空間設施計劃	◎	0.82	△	0.56	⊖	0.1
C2. 無障礙步道寬度規定	◎	0.76	△	0.34	⊖	----
C3. 一般人行步道寬度	◎	0.84	△	0.14	⊖	----
C4. 主要交通要道人車分離設計	◎	0.86	△	0.6	⊖	0.18
C5. 建築物地面層留設騎樓和門頂蓋式通廊規定	◎	0.80	△	0.50	⊖	0.16
C6. 基地與基地間跨越道路連道系統	◎	0.78	△	0.56	⊖	0.22
C7. 行人車道穿越	◎	0.82	△	0.24	⊖	----
C8. 道路的空間層次	◎	0.72	△	0.62	⊖	0.24
C9. 人行步道上公共交通站之入口	◎	0.78	△	0.56	⊖	0.20
D1. 商業區停車空間設置	◎	0.84	△	0.12	⊖	----
D2. 對區內交通聯繫方式	◎	0.82	△	0.60	⊖	0.16
D3. 對區外交通聯繫方式 (與上位都市的連結)	◎	0.90	△	0.58	⊖	0.24
D4. 車輛出入口位置	◎	0.86	△	0.12	⊖	----
D5. 住宅區停車空間	◎	0.84	△	0.12	⊖	----
D6. 路邊停車	◎	0.70	△	0.36	⊖	----
D7. 公車站旁臨時性停車空間	◎	0.90	△	0.14	⊖	----
D8. 主要交通轉運站停車空間	◎	0.92	△	0.10	⊖	----
E1. 高層建築基地外部風環境影響檢討	◎	0.76	△	0.28	⊖	----
E2. 日照環境與建築物節能評估管制	◎	0.84	△	0.34	⊖	----
E3. 廢棄物與上下水道系統影響說明	◎	0.82	△	0.22	⊖	----
E4. 機動車輛噪音管制	◎	0.82	△	0.60	⊖	0.08
E5. 垃圾儲存空間設置	◎	0.90	△	0.56	⊖	0.16
F1. 鄰里公園綠地與廣場服務範圍	◎	0.84	△	0.62	⊖	0.14
F2. 學校服務可及性	◎	0.80	△	0.52	⊖	0.22
F3. 公用設備管路系統	◎	0.86	△	0.54	⊖	0.14
F4. 私人設施服務範圍	◎	0.84	△	0.48	⊖	0.18
F5. 村日型鄰里性商業區服務範圍	◎	0.84	△	0.52	⊖	0.20
F6. 村週型市鎮中心商業區服務範圍	◎	0.78	△	0.46	⊖	0.16
F7. 車站或轉運性質車站可及性	◎	0.84	△	0.54	⊖	0.20
G1. 緊急避難場所服務範圍	◎	0.86	△	0.56	⊖	0.14
G2. 防災空間規模	◎	0.78	△	0.16	⊖	----
H1. 建築量體管制	◎	0.66	△	0.18	⊖	----
H2. 建築造型管制	◎	0.66	△	0.40	⊖	0.10
H3. 建築物材料及色彩管制	◎	0.72	△	0.46	⊖	0.10
H4. 建築物開口部附加設施物管制	◎	0.70	△	0.20	⊖	----
H5. 建築物設置廣告招牌管制	◎	0.68	△	0.20	⊖	----
H6. 建築物標示系統	◎	0.78	△	0.48	⊖	0.16
I1. 建築物法定空地綠化管制	◎	0.70	△	0.16	⊖	----
I2. 景觀植栽形態多樣性	◎	0.82	△	0.18	⊖	----
I3. 基地景觀設施 (街道傢俱) 豐富性	◎	0.86	△	0.22	⊖	----
I4. 基地照明系統管制	◎	0.82	△	0.24	⊖	----

本研究之專家評估系統建構架構可分為：1.系統簡介、2.資料查詢以及 3.專家評估系統三大部份。其中系統簡介之主要內容是介紹系統研發目的與建構背景；資料查詢為評估因子資料庫之查詢；而評估系統，則是實際都市設計之實質環境規劃專家評估作業系統。此系統架構如下圖 1 所示。至於系統建構過程的研究方法與參與角色，詳如下圖 2 所示：

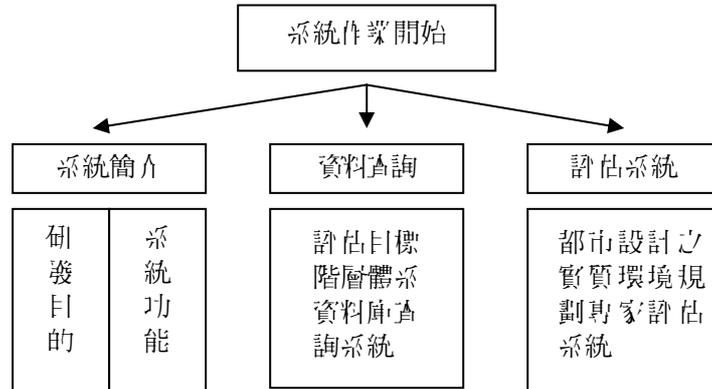


圖 1 系統組織架構圖

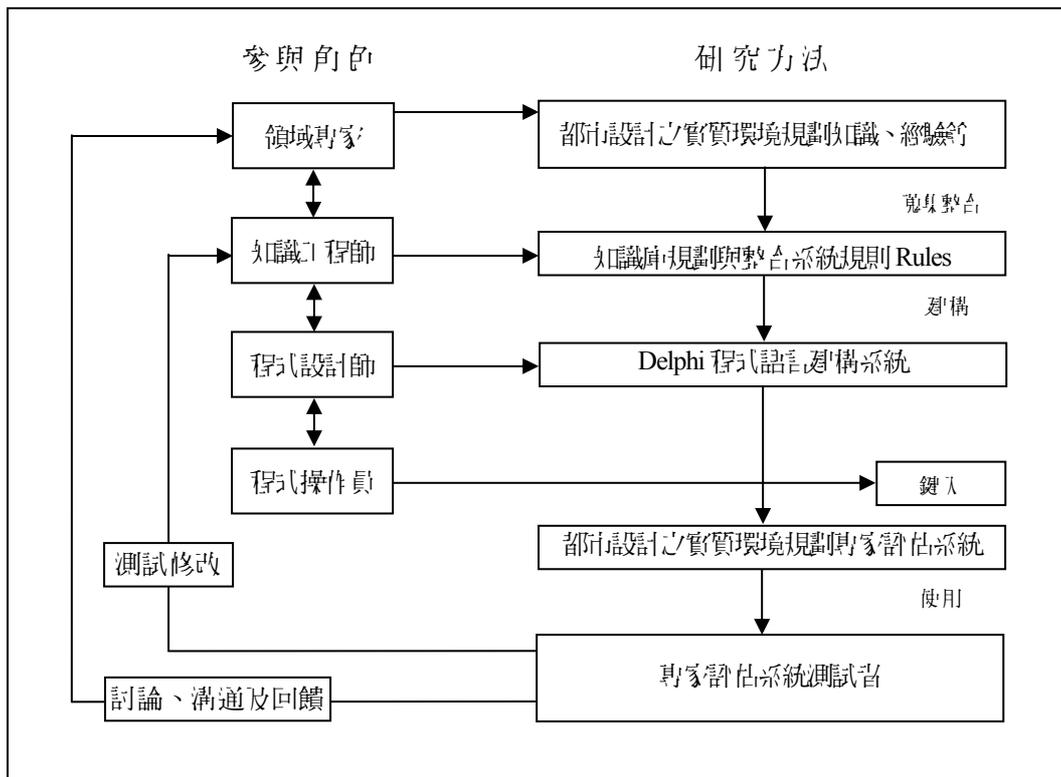


圖 2 系統建構流程圖

本研究之整體系統程序規則之規劃，除可使系統在評估過程中能循序漸進；更可使日後系統需更新（update）知識庫時，能方便進行維護（maintenance）之工作。本都市設計之實質環境規劃專家評估系統之程序規則，可如如下圖 3 所示：

評估系統知識庫目標規劃，重點在確立系統運作的推論過程，因為本評估系統是針對同一

- ```

1 進入都市設計之實質環境規劃專家評估系統
1.1 選擇執行規劃方案 A
1.1.1 提升實質環境品質 (選擇評估)
1.1.1.1 土地使用評估 (選擇完成)
1.1.1.1.1 空間環境評估 (選擇完成)
1.1.1.1.1.1 人行交通評估 (選擇完成)
1.1.1.1.1.1.1 交通與停車評估 (選擇完成)
1.1.1.1.1.1.1.1 提升實質環境品質 (評估結束)
1.1.1.1.1.1.1.1.1 追求都市永續發展 (選擇評估)
1.1.1.1.1.1.1.1.1.1 都市維生系統評估 (選擇完成)
1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1 公共設施與服務評估 (選擇完成)
1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1 都市防災安全評估 (選擇完成)
1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1 追求都市永續發展 (評估結束)
1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1 創造城市景觀風貌 (選擇評估)
1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1 建築量體與造型評估 (選擇完成)
1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1 都市景觀特色評估 (選擇完成)
1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1 創造城市景觀風貌 (評估結束)
1.2 選擇執行規劃方案 B
1.2.1 提升實質環境品質 (選擇評估)
1.2.1.1 土地使用評估 (選擇完成)
1.2.1.1.1.....
.....
1.3 選擇執行規劃方案 C
1.3.1.....
.....
1.4 規劃方案評估結果展示

```

圖 3 系統程序規則示意圖

規劃案裡，數個替選方案之優劣程度評定，所以在系統評估作業裡需要設計成可記錄數個之替選方案評估分數，之後再進行比較數個替選方案分數之高低，並顯示其優先次序，以達成決策支援的目的。其系統知識庫目標規劃之流程，如下圖 4 所示：

#### 4-3 都市設計之實質環境規劃專家評估系統知識庫建立

對於系統知識庫的建立，首先需對各目標或次目標等的內容依序繪出其樹狀結構，以便日後系統的建構推論有所依據。依相關文獻回顧探討後，一般而言專家系統的發展方法有兩種，一種是雛形 (prototype) 的發展方式，另一種是生命週期 (life-cycle) 的發展方式，而生命週期之發展方式一般言之需耗費較長之時間，所以本研究選擇採用採用雛形系統的發展策略。其知識庫規則設計以「生產規則方式 (rule-based)」來加以表示。

知識庫規則設計，亦指將前述之評估知識轉化成專家系統程式語言。其本專家評估系統係以規則形態的知識表示方式。則系統之知識庫評估規則設計，舉例說明於如下之內容所示：假若系統將對「A3.土地使用分區管制檢討標準」，作項目之評估，且其內容如下所示：

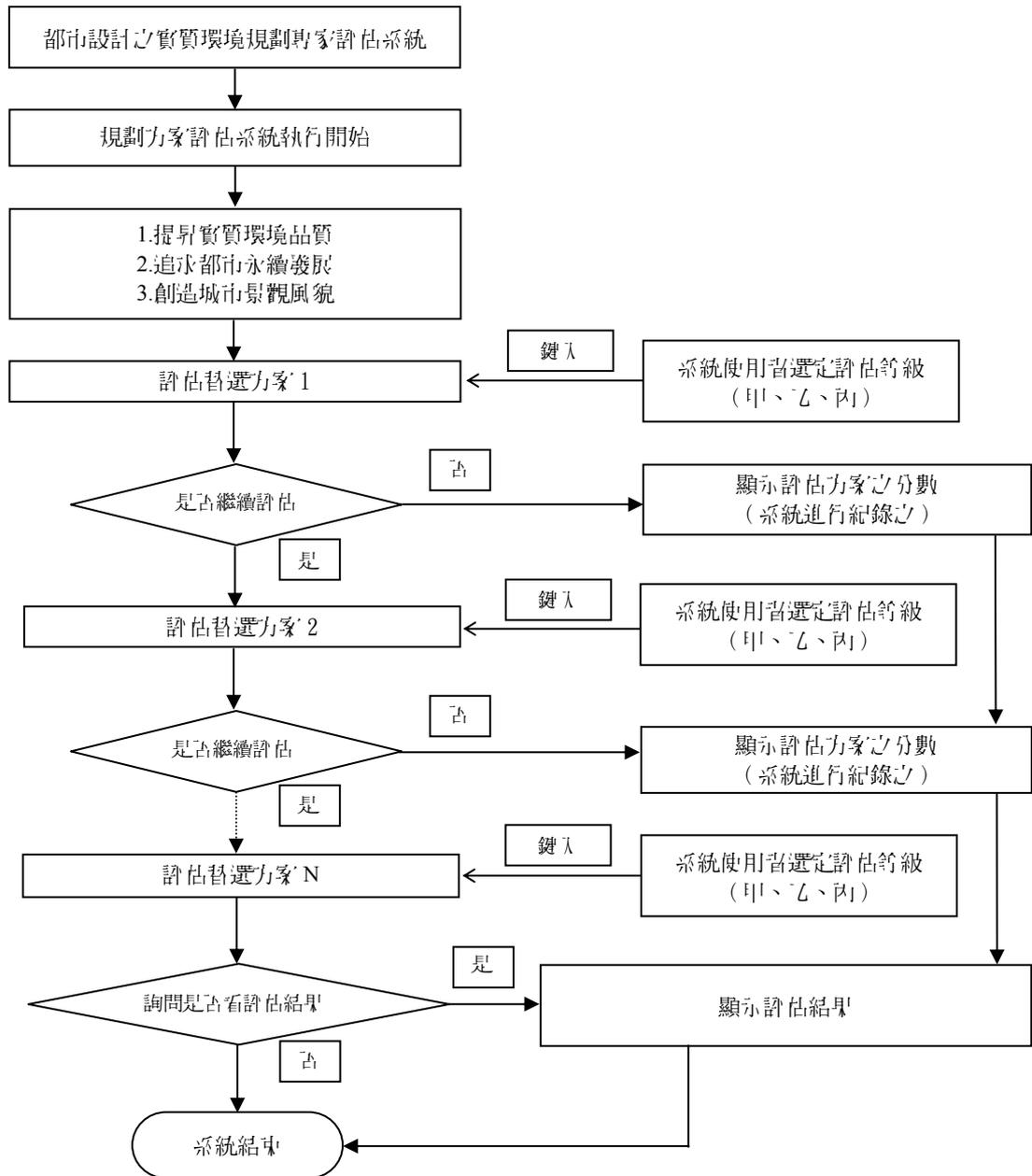


圖 4 系統知識庫目標規劃流程圖

A3.土地使用分區管制檢討標準

甲 符合檢討標準 (等級得分比例常數=0.86)

乙 不符合檢討標準 (等級得分比例常數=0.26)

丙 此評估項目不列入評估

則以規則之知識表示形式可表達為如下：

RULE：

IF 土地使用分區檢討標準 IS 符合檢討標準

THEN 土地使用分區檢討標準 IS 甲級

AND 方案評估值：( 權重值 2.5 × 等級得分比例常數 0.86 ) = 2.15

## 五、實證研究及分析

本節將以民國 87 年「台中市新市政中心專用區都市設計暨景觀設計規範研究計畫」(1)為實證研究對象。由於此研究計畫在發展過程中，曾請益各專家學習進行數個替選方案之發展模式並進行評估以決定其中一方案為最後定案設計方案。同時，因此計畫乃為經過「中華民國造園學會」所提而發展之成果；因之，本研究選定以此研究計畫為實證研究案例，作為本都市設計之實質環境規劃專家評估系統的實證探討應屬合適。同時，更藉此方案以說明本建構系統之運作過程，並進一步探討本專家評估系統是否具專業及實用水準。

### 5-1 實證研究操作過程

應用本研究發展之專家評估系統以進行「台中市新市政中心專用區都市設計暨景觀設計規範研究計畫」各替選方案之評估，其目的乃在驗證本專家評估系統與人類專家所評估之結果是否有所差異。以下將說明替選方案(甲)、(乙)及(丙)之實證研究評估操作過程。

本專家評估系統首頁，明確呈現出系統發展介紹、資料查詢與專家評估系統三大部分的介面按鍵。如果選擇「系統發展介紹」之按鍵，則會顯示出如下圖 5 之說明畫面；其中內容即含有系統發展與組織架構介紹。此外，若選擇「資料查詢」按鍵，則會出現本研究之都市設計之實質環境規劃相關評估目標體系項目之內容。其資料查詢首頁如下圖 6 所示。

接著再選取「A1 計劃人口密度」，如圖 7 之反黑區塊及圖 8「A1 計劃人口密度」之說明內容。其他評估項目如同「A1」之操作與呈現方式，在此不再陳述。



圖 5 系統發展介紹之系統畫面



圖 6 資料查詢首頁之系統畫面

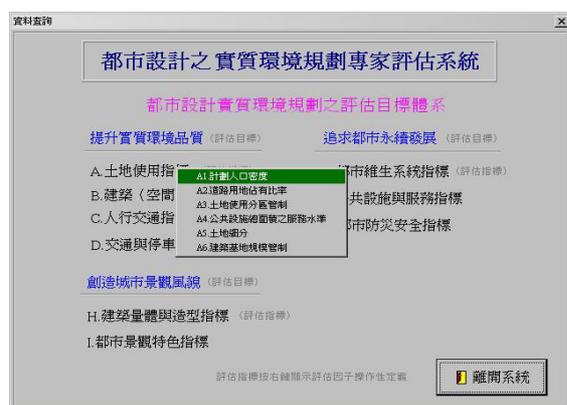


圖 7 土地使用指標之系統畫面

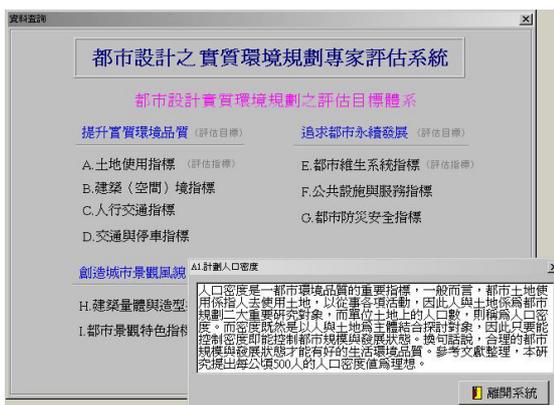


圖 8 計劃人口密度評估項目說明內容之系統畫面

上述說明有關「系統發展介紹」與「資料查詢」兩個部分後。接下來，本研究將以新市政中心之設計實例，透過本專家評估系統操作評估其替選方案（甲）、（乙）及（丙）。

選取「執行系統」後隨即進入如下圖 9 之系統畫面。之後則針對系統顯示的各評估因子逐一進行等級判別點選。而本文因為了避免此部份篇幅過於冗長，僅以部分評估過程之內容作一概略說明，其詢問畫面及內容詳如圖 9 至圖 17 所示。

當評估完方案（甲）所有項目後，系統會出現一畫面，要求您輸入評估方案的名稱，以便系統作為記錄之用，如圖 18 所示。接著，系統會顯示出方案甲的評估結果，如下圖 19 所示。

接著，系統會查詢問您是否繼續評估其他方案，如下圖 20 所示。如果點選「是」，則繼續評估下一個方案；反之則離開系統，回到系統首頁。而在此，本研究因需要評估三個替選方案，故選擇「是」，繼續評估方案（乙）及方案（丙）。

本研究因顧及篇幅，方案乙與方案丙的評估過程類同於方案甲之評估過程，因此不再重複說明其操作內容，只就方案乙與方案丙之評估結果做一展示說明。如圖 21 及圖 22 所示。

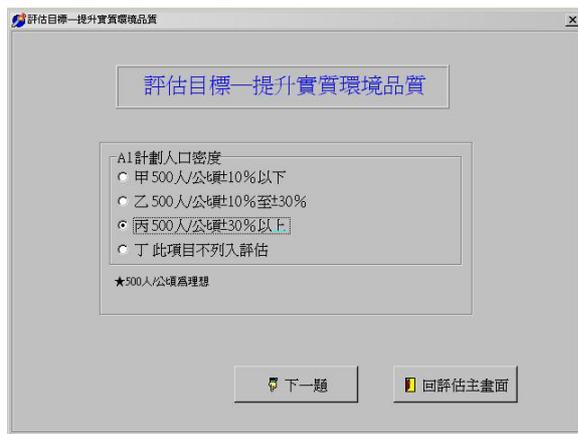


圖 9 計劃人口密度之系統畫面

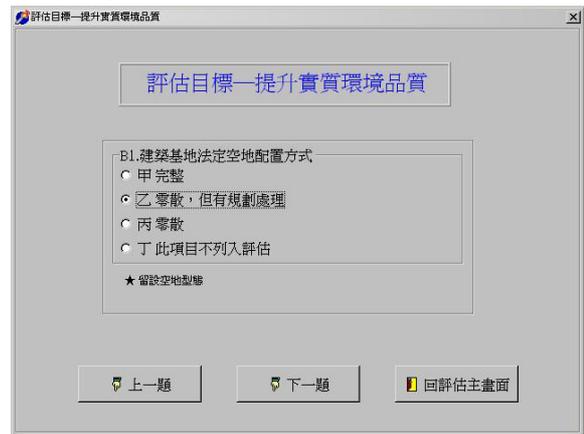


圖 10 建築基地法定空地配置方式之系統畫面

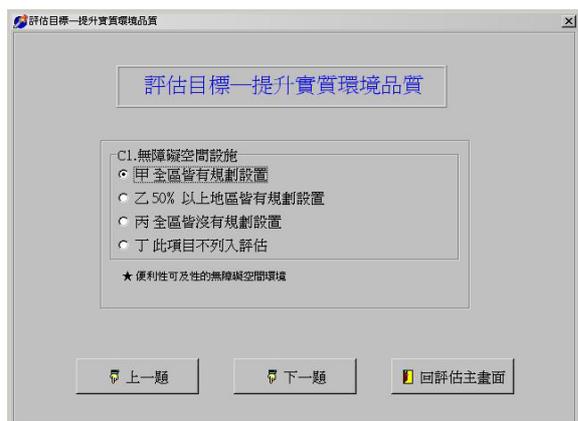


圖 11 無障礙空間設施之系統畫面



圖 12 商業區停車空間設置之系統畫面

當評估完方案丙之後，系統會再次詢問是否繼續評估，選擇「否」之後，系統將自動顯示評估之方案（甲）、方案（乙）及方案（丙）的評估結果，並進行方案得分比較，如下圖 23 所示。之後可選擇列印評估結果或結果系統操作回到畫面。



圖 13 超高層建築基地外部風環境影響檢討之系統畫面



圖 14 鄰里公園綠地與廣場服務範圍之系統畫面



圖 15 緊急避難場所服務範圍之系統畫面



圖 16 建築量體管制之系統畫面



圖 17 建築物法定空地綠化管制之系統畫面



圖 18 請輸入評估方案名稱之系統畫面(方案'甲')

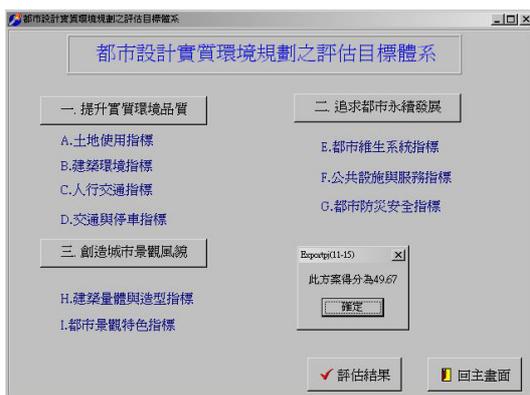


圖 19 評估方案得分之系統畫面(方案'甲')

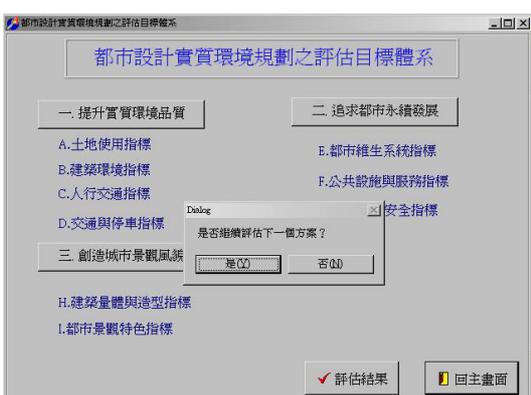


圖 20 詢問是否繼續評估下一方案之系統畫面

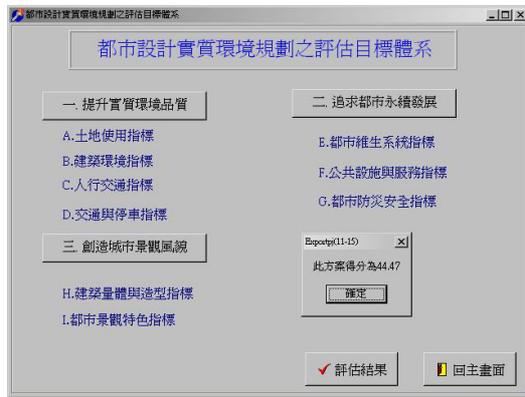


圖 21 評估方案得分之系統畫面(方案乙)



圖 22 評估方案得分之系統畫面(方案丙)



圖 23 所有方案評估結果之系統畫面

## 5-2 結果分析及推論過程

經由本研究所建構之專家評估系統，進行實例評估後，發現其實例與本系統間之差異，如表 5 所示。由本專家評估系統所評估的方案優劣次序結果為：方案丙（得分 65.61）為最佳，方案甲（得分 49.67）次之，而方案乙（得分 44.47）則最差。此結果與「台中市新市政中心專用區都市設計暨景觀設計規範研究計畫」之評估結果（方案丙為最佳，方案乙次之，而方案甲則最差）相較後，發現兩者之評估結果皆以「方案丙」為最佳方案。本系統對方案甲及方案乙的評估結果與「台中市新市政中心專用區都市設計暨景觀設計規範研究計畫」對方案甲及方案乙的評估結果則不同。經由上述之結果比較，本研究認為本專家評估系統乃因針對都市設計之實質環境規劃的影響因子進行評估之，故與「台中市新市政中心專用區都市設計暨景觀設計規範研究計畫」之評估結果不同乃屬可理解之現象。並由實證研究後，可印證本專家評估系統具有一定之專家評估能力，並相信其日後應能達到有效的輔助規劃單位決策之功能。

表 5 本系統之評估結果與實例評估結果得分統計比較表

| 名稱      | 方案甲(得分) | 方案乙(得分) | 方案丙(得分) |
|---------|---------|---------|---------|
| 本專家評估系統 | 49.7    | 44.5    | 65.6    |
| 實例      | 13.3    | 13.4    | 21.5    |

系統推論過程的追蹤乃是本系統最重要的功能之一。對使用者而言，可以瞭解系統推論的邏輯並達到學習的效果，因此也會對本系統所評估的結果產生信任感。對系統的設計者而言，可達到快速偵錯之目的，縮短專家評估系統的發展時間，以及提供高度的可更新功能，使專家評估系統的知識庫內容能不斷的更新與成長。對人類專家而言，亦可用來檢查系統推論邏輯是否正確，以及知識庫建立是否正確，以提高系統所具有的專業水準。

經由本專家評估系統，進行「台中市新市政中心專用區都市設計暨景觀設計規範研究計畫」之實例評估，於最後可展示各方案之系統推論過程，本研究僅列出方案甲之系統評估推論過程之系統畫面作一說明，如圖 24 所示。



圖 24 系統推論過程之系統畫面（方案甲）

## 六、結論與建議

綜合前述的研究，可得出以下之結論，並提出數項建議，以供後續研究習之參考。

### 6-1 結論

都市設計以往著重主經驗導向的設計方法，理論固然重要，但經驗與設計直觀往往影響設計方案的結果。而專家系統將專家經驗與知識有系統的整理成爲一系統知識庫，並提供適當的推論機制，在專家知識公開及透明狀況下也讓設計人員達到便利性與效率性。

本研究之貢獻及具體成果可分述如下數點：

1. 本研究嘗試將社會科學之決策理論與人工智慧技術相結合以應用於都市設計領域之評估系統工具建構。所建立之專家評估系統，除可適當的推論外，尚提供具分數化的結果，讓系統

使用皆可輕易的瞭解評估的結果。系統除了規劃方案評估的功能之外，同時也建構了「資料庫」，可提供查詢本系統之所有評估項目的解釋，此功能具有輔助評估之功用。此外，系統具有回饋管理的追蹤功能，於評估結束後可用來檢視或學習都市設計實質環境規劃專家解決問題的方式與步驟。

2. 本研究針對之實質環境規劃相關評估因子，除考慮了一般定性與定量之衡量指標外，也同時進行對定性指標量化並以多屬性效用函式於計算其總體評估值。此對於方案評估選擇之決定，頗符合整體性原則。而所整理之評估項目，亦可提供於公私部門日後規劃時之參考。
3. 本研究建立一自規劃活動裡的回饋機制，讓面對未知中無數可能的答案提供一有效檢驗之途徑與工具。同時系統採用樹狀結構組織評估知識，建立模組化的知識庫系統設計，日後如經時空變遷，可適時更新、擴充、維修知識庫，將具有相當的便利性。
4. 透過本研究對都市設計之實質環境規劃專家評估系統的建立與推展下，台灣的都市設計發展可自既有的基礎上順利成長並進一步落實於城鄉發展中。

## 6-2 建議

本研究提出以下之建議，以供後續研究者參考。

1. 未來都市設計作業必需把「都市發展」、「都市活動」等設計理念納入其中，而都市實質環境規劃通常性只著重於「都市空間」的議題上。為進一步使得都市生活環境更理想，應平衡專家與居民的認知與需要；換言之，應讓「民眾參與」的理念落實於規劃作業裡，建立一「由下而上」的規劃機制。此外，都市設計達成設計構想之途徑，需要大量的創意去找尋都市發展策略及機制，進而促進民眾參與及空間活動的塑造與引入。而都市設計之實質環境規劃只是一個都市基本空間要求，進一步而言都市之「管理與服務」必定日漸趨於重要。而本研究系統只應用於實質環境規劃，有關其經濟、文化、民眾參與等課題，有待進一步探討，使之建構成一較完善的都市設計評估系統。
2. 都市設計之實質環境規劃專家評估系統是一需不斷成長更新的系統，知識庫的內涵會隨著時空的不同而變遷，因此，本研究建議未來需不斷更新與增刪知識庫，使系統可維持其效率與正確性。另外，亦可將專家系統發展為開放式系統（open information systems），以增加其系統功能價值。
3. 本研究是處理一都市空間規劃之評估系統，其相關的知識、技術、價值等以文字作為表達常會產生辭不達意或系統操作人員的不同詮釋；如此將造成系統評估結果具爭議性，如果可應用圖形系統（graphical system）之支援，採用空間影像作為表達介面，應可提升人機介面（interface）之增強。
4. 本研究選用的是加法型多屬性效用函數，而在使用相關性檢定後發現，部份因子彼此之獨立程度並非絕對。而本研究提出之多屬性效用法，應亦可考慮以乘法型之型態表達之；此因乘法型與「模糊積分」的觀念相結合。且實際在都市設計規劃課題，各屬性之間可能並非完全獨立，屬性之間若有相互交互或替代的關係時，則呈現出的結果將不是單純之線性加法型。

## 參考文獻

1. 王 小璜、何友鋒，1998，台中市新市政中心專用區都市設計暨景觀設計規範研究計畫，台中市政府委託，中華民國造園學會研究，台中。
2. 王 明德、王 坤源，1992，建築管理雛形專家系統之初步研究，內政部建築研究所，台北。
3. 李 永辰、李 欽漢，1998，以生態足跡觀點檢視永續發展之意涵，亞太地區國家環境規劃、土地開發與管理國家學術研討會論文集，pp.163-182。
4. 林 欽榮，1994，都市設計在臺灣，創興出版社，台北。
5. 施 鴻志、解 鴻昇，1996，社區實質環境品質評估手冊，內政部建築研究所（委託）中華民國都市計畫學會（研究），台北。
6. 紀 素菁，1990，都市空間摩擦對居住環境生活品質衝擊之研究—以敦化地區為個案，碩士論文，中興大學都市計畫研究所。
7. 孫 青雲，1994，台中市生活環境品質評估之研究，碩士論文，逢甲大學土地管理研究所。
8. 張 益城，1991，捷運車站規劃專家系統雛形之研究，碩士論文，台灣大學土木研究所。
9. 郭 勁初，1993，商業建築規劃階段建築法規專家系統之研究，碩士論文，成功大學建築研究所。
10. 陳 加全，1991，專家系統在國宅規劃評估的應用，碩士論文，成功大學建築研究所。
11. 陳 志宗，1992，專家系統應用在住宅規劃階段建築法規檢討之研究，碩士論文，成功大學建築研究所。
12. 陳 明堂，1992，都市設計，創興出版社，台北。
13. 陳 俊光，1996，規劃階段建築法規檢討知識擷取與專家系統建構之研究—以台北市自商建築為例，碩士論文，成功大學建築研究所。
14. 曾 國雄、顏 永坤、陳 君杰，1993，都市環境特性評估之比較研究——台北都會區、東京都與漢城市為對象區域，都市與計劃，第 20 卷，第 3 期，pp.263-278。
15. 黃 定國，1994，社區公共開放空間課題分析及其未來規劃方向之研究——以台北市居民家庭休閒生活態度為例，建築學報，第 11 期，pp.73-101。
16. 廖 世璋，1999，都市設計應用理論與設計原理，詹氏書局，台北。
17. 歐 陽景榮、陳 禹辰，1991，決策支援與專家系統，中華科技圖書股份有限公司，台北。
18. 蔡 勳雄，1997，生活環境總體改造計畫，環境教育季刊，第 33 期，pp.8-11。
19. Barnett, J., 1982, *An introduction to urban design*, 1st ed., New York: Harper & Row.
20. Bentley, Ian., 1985, *Responsive environments: a manual for designers*, London: Architectural Press.
21. Cliff, Moughtin., 1999, *Urban design: ornament and decoration*, Taner Oc, and Steven Tiesdell. 2nd ed. Oxford; Boston, Mass: Architectural Press.
22. Edwards, W., Guttentag, M., & Snapper, K, 1975, A decision-theoretic approach to evaluation research. In E.L. Struening & M. Guttentag (Eds.), *Handbook of evaluation research*, Beverly Hills, CA: Sage Publications, Inc., pp.139-181.

23. Fiegenbaum, E.A., 1983, "Knowledge Engineering: The Applied Side", in *Intelligent Systems*, J.E. Hayes and D. Michie, eds., Ellis Horwood Limited, Chichester, England.
24. Gallion, Arthur B. and Eisner, Simon, 1993, *The urban pattern : city planning and design*, 5th ed. New York, NY: Van Nostrand Reinhold.
25. Giarratano, Joseph C. and Riley, Gary, 1989, *Expert systems: principles and programming*, Boston: Boyd & Fraser.
26. Gosling, D., 1990, *Computer-aided urban design guidelines for Central Cincinnati*, University of Cincinnati.
27. Han, S.Y., & Kim, T.J., 1990, Intelligent urban information systems: Review and prospects. In T.J. Kim, L.L. Wiggins, & J.R. Wright (Eds.). *Expert systems: Applications to urban planning*, New York: Springer-Verlag, pp.241-264.
28. Leitmann, Joseph, 1999, *Sustaining cities: environmental planning and management in urban design*, New York: McGraw-Hill.
29. Lynch, K., 1970, "The image of the city," Cambridge [Mass.] M.I.T. Press.
30. Lynch, K., 1980, "City Design :What it is and how it might be taught," *Urban Design Intentional*, Vol. No.2.
31. Lynch, K., 1981, "A Theory of good city form". Cambridge, MA: the MIT Press.
32. Lynch, K. and Gary, H., 1984, "Site Planning". Cambridge, Mass.: MIT Press.
33. Madanipour, A., 1996, *Design of urban space : an inquiry into a socio-spatial process* , Chichester; New York: Wiley.
34. Merchant, A.N., 1990, "Urban Designs Expert System," Unpublished doctoral dissertation, University of Cincinnati.
35. Quinlan, J.R., 1979, "Discovering Rule by Induction from Large Collection of Examples" in *Expert Systems in the Micro Electronic Age*, D. Michie ed., Edinburgh University Press.
36. San Antonio River Walk Advisory Commission, 1987, San Antonio River walk development guidance system. Texas A & M University, Center for Urban Affairs.
37. San Francisco, City Office, 1970, *Urban design principles for San Francisco* (Report No. 5). Springfield, VA: National Technical Information Service.
38. Shirvani, H., 1985, *The urban design process*, New York : Van Nostrand Reinhold.
39. Waterman, D.A., 1986, *Guide to expert systems*, MA: Addison-Wesley Publishing Co..
40. Zeisel, J., 1981, *Inquiry by design: tools for environment-behavior research*, Monterey, Calif.: Brooks/Cole Pub. Co..

## 誌謝

本研究接受行政院國家科學委員會經費補助(計畫編號: NSC 89-2415-H-324-002), 謹此致謝。

# A Physical Environment Planning Expert System of Urban Design

Wann-Ming Wey \*    Chi-Han Chang\*\*

\* Graduate School of Architecture and Urban Design, Chaoyang University of Technology  
e-mail:wmwey@mal.cyut.edu.tw

\*\* Graduate School of Architecture and Urban Design, Chaoyang University of Technology  
e-mail:j6402@ms37.hinet.net

(Date Received : May 2,2002 ; Date Accepted : June 14,2003)

## Abstract

This research focuses on developing a design methodology that combines concepts from the fields of expert systems, urban design, and decision theory from the social sciences. More specifically, an evaluation technique, taken from decision theory, is merged with expert system techniques to create an innovative method of manipulating design knowledge and values.

The knowledge base resulting from interviews of urban design experts, and the database drawn from the detailed guidelines of urban design, were created using the expert system building tool, Delphi program. Moreover, the expert system constructed in this research is characterized by the following features: (1) it has the advantages of a knowledge base and a data base, allowing it to simultaneously infer and inquire; (2) the knowledge base is modularly designed, taking into account the renewal and growth of knowledge; (3) it has the ability to deal with uncertain factors; (4) the system is capable of tracing system inference processes and of policy analysis.

Traditionally, the domain of urban design, though highly subjective, is an appropriate subject for expert system development. The main contribution of this research is the development of a methodology for aiding urban designer to design an urban more efficiently and effectively.

Keywords: Urban Design, Expert System, Decision Theory, Multiple Attribute Utility Technique

