

第一章 導論

對於人類設計行為的研究而言，從不同的研究領域切入，就產生不同的模型來對設計行為加以說明。不論是以觀察設計者行為而得出的“觀看—更動—觀看”（seeing-moving-seeing）模型（schön, 1992）；或是從系統化的方式來說明設計行為的“分析—綜合—評估”（analysis-synthesis-evaluation）模型（Jones, 1992）；還有是由人類解決問題觀點描述設計行為的搜尋模型（search model）（Simom, 1981）。雖然各自有不同的觀點與主張，但基本上都在某種程度上適切地說明了設計的行為。若將設計者的行為以模型的運作來加以說明，無論是何種模型，基本上都隱含著一些能使模型順利運作的基礎知識，這些知識則賦予了設計行為的意義，否則設計僅是一種隨機過程罷了，毫無意義可言。關於這些知識的組織表達方式稱之為“知識呈現”（knowledge representation）。對於知識呈現的方式在不同的研究領域也有不同成果出現，但都有其適用的範疇，而本論文便是針對“知識呈現”領域中尙待研究的主題來作進一步的探討，並以實際運作的電腦系統模型來驗證探討的結論。



1-1 研究問題

設計知識呈現的方式是電腦輔助設計(Computer Aided Design)裡相當重要的角色，但在初期的電腦輔助設計系統裡，從傳統設計的觀點出發，大多數的知識呈現僅以幾何元素——點、線、面來呈現，因而也被稱為電腦輔助設計繪圖CADD(Computer Aided Design Drawing)，這種形式不過是傳統設計工具紙與筆的延伸，乃是針對人類處理設計問題時短期記憶(STM)不足的一種輔助工具。系統中的圖形元素實際上僅隱含少量的幾何關係數據而已，並未對真正的設計元素作出實質的定義。在此種狀況下，實質上還是由人腦對圖形元素加以組織運作，執行實質設計，而電腦輔助設計能夠處理的大多僅是圖形的幾何運算，而無法真正進入設計運作的核心。

當各式的設計模型被提出時，很明顯的圖形元素已不足以成為支持這些模型運作的設計知識元素。而在不同的觀點下所提出的設計模型系統，大多有著相關的設計元素的知識呈現系統。無論是”型式文法”(shape grammar)(Stiny & Mitchell, 1978)架構下的程序性知識、”機能-型式轉換”模型中的設計原型(design prototype)

(Gero,1990)，乃至於”語意網路”(semantic network) (Collins & Quilliam,1969)的”I-F-C 架構”。當各種不同知識呈現方式被提出，也就突顯出知識呈現架構對於一個設計模型的重要性。

在這些設計模型中，以”機能-型式轉換”過程的設計模型(Gero,1990)，正符合”形隨機能而生”(Form follow Function)的設計概念，因而足以說明一般性的設計程序。而什麼樣的知識呈現架構足以支持這個模型運作？基本上 Gero 認為人類設計者將他們的知識作系統化的組合，從許多類似的設計案例歸納出一組知識，並將這些知識組織成為一種類別。他將這種類別稱為設計原型(deisgn prototype)，設計原型即為儲存及執行設計的基本架構。設計原型基本上有四種運作的元素：機能(function)、行爲(behavior)、型式(structure)以及三者間之關係，設計則是透過遞迴性從原型資料庫中選擇合適的原型後再加以推論的過程，而這種設計原型的知識基模就以 F-B-S 架構來加以呈現。

機能-型式轉換模型是以人類有系統組織知識的方式為基礎，但這僅能說明人類設計者常規性設計(routine design)的行為；至於設計行為中類似妙悟(insight)之類具有創造性的設計方式，則稱為非常規性設計(nonroutine design)。若單以機能-型式轉換模型架構則難以適切的說明非常規性設計的行為。為了解決這個問題，Yin(1993)將”F-B-S 架構”與”語意網路”架構相結合，形成一個更完整的設計知識呈現架構，以解釋非常規性的設計行為。

機能-型式轉換模型雖適當說明設計行為，但根據其提出的原因，最早是針對目標導向搜尋模型無法適當描述設計轉換的過程，因為設計者在所有可用且有意義的資訊出現前就已經開始進行設計的行為(Yin,1993)。所以基本上，設計原型是一種早在設計進行前即已內建的知識呈現系統。但除了內建的知識呈現系統外，其實還是存在一些影響設計的外在因素(context knowledge)(Gero,1990)，這些因素存在於設計的背景中，通常是一些限制性因素，像是人類社會文化環境所希冀的目的；或是實質物理環境需求的機能(Rosenman & Gero,1994)。所以這些因素將會影響實質設計的行為，當內在知識不足以處理設計以滿足這些目的或機能時，即引進新的原型轉化為新的設計知識，進而改變設計的型態。

當這些因素尚未成為內建的設計知識時，此時解決這些影響因素的設計原型並未存在於原有的機能-型式轉換架構下，如此則認為相對應的解決方案完全由相關的設計原型自行產生，似乎過於牽強。所以這些環境因素與設計原型之間應該存在著某種組織關係。這是個什麼樣的關係？而又是以何種架構組織起來？此外這個架構又是如何運作？這些都是在機能-型式轉換模型中並未明確說明的問題。本研究即是針對這些問題，作進一步探討，試圖提出一個合理的解決方式，來補充目前不足的架構。

1-2 研究目的

長久以來人們進行設計思考過程都被視為神秘的”黑箱作業”(Jones, 1970)。這是因為其中包含了太多人類心智對於各種外在狀態認知與內在決策處理的過程，而這些過程是無法經由直接觀察的內在活動，所以一直沒有較大進展。直到認知科學發展後，才對於這種人類內在思考的行為作了較有系統的探討，至於設計思考(design thinking)的研究則更切入了兩個設計的主要議題：“如何進行設計思考”及“人類如何進行設計思考”。

此後針對上述兩個議題作研究。從設計運作觀點來看，一方面著重於解釋設計的運作，因而建構了各種設計模型來說明設計者在設計過程中的思考行為及決策過程，如”搜尋模型”(search model)(Newwell & Simon,1972)、”機能-型式轉換模型”(F-B-S) (Gero,1990)；另一方面則是觀察人類設計的過程，建構設計的真實方式，如”看—動作—看”模型(seeing-moving-seeing)(Schon & Wiggins,1992)、”畫—回應—畫” 模型(stroke-response-stroke)(Herbert,1992)。

若從資料組織觀點出發，則著重在設計模型運作的基本元素——設計知識，其中又有”設計知識的呈現方式”及”知識與人類記憶”的兩種研究方向。前者將重點放在知識的組織方式及架構上，如”框架呈現”(Frame representation)(Minsky, 1975)、”語意網路”(semantic network) (Collins & Quilliam,1969)；後者則針對設計知識與人類記憶之間的關係作探討，如長期記憶(LTM)及短期記憶(STM)與設計知識間的關係。

本論文以機能-型式轉換模型為主體，從細部觀點來探究此模型運作時設計知識的呈現架構，此一知識架構被稱為設計原型(design prototype)(Gero,1990)。其主要目的是：一、了解設計時外在環境所產生的限制性因素，在設計過程中對設計本身將產生什麼樣的影響，以及這些影響因素對於現有內在設計知識會產生何種變化。藉由這些探討試圖去釐清影響因素與現有知識系統間的實際關係與影響方式。二、以電腦程式模擬設計原型的架構方式，並將前項分析所得的關係架構，嘗試導入機能-型式轉換模型架構裡。且透過此電腦模擬，將設計中的外在影響因素融入原有的內建知識呈現架構中，並產生相同的影響方式。希望能對現有的機能-型式轉換架構中較少觸及的部分作一些補充，進而增加現有電腦輔助設計系統所能應用的範圍。

1-3 研究方法與步驟

在本論文的研究方法上，主要採用系統架構分析後，再運用電腦系統模擬來加以驗證的方式。所以整個研究過程分為資料架構分析及電腦模擬驗證兩個階段，相關步驟說明如下：

- 一、第一階段的目標在於針對知識呈現架構作分析，以調整出一個可整合外在環境因素與內建設計知識兩者的設計原型基模架構。所以先對設計原型基模架構進行分析，以了解其基本建構方式。其次對設計環境的影響因素進行分析，來探討這些環境因素適不適合以設計原型基模方式建構為知識呈現系統，以了解是否需要進行基模架構的調整。再來更進一步探討環境因素與內建知識二者間的關係，以決定是否進行機能-型式轉換模型架構上的調整。最後以前面分析所得結果，將這些新建基模與原有基模併入調整後的機能-型式轉換模型組織起來。

- 二、此階段的目標為將前一階段分析所得架構整合為可供實際運作的電腦輔助設計系統。為此首先進行模擬系統架構規劃，然後進行設計原型基模的程式撰寫，再根據前一階段分析所得的環境因素與內建知識關係架構，來完成機能-型式轉換模型擴充架構系統的程式撰寫。最後以一組建築設計及環境資料，建構出一個輔助設計系統進行運作，而以此系統的可行性來驗證此擴充架構的合理性。

1-4 論文架構

本論文分列五章討論。第一章導論，主要敘述 FBS 模型系統運作時的知識呈現方式與設計環境影響因素之間的關係並未有明確的界定，來說明本論文之研究問題。第二章文獻探討，回顧了以往設計思考中各式的設計理論模型，及相對應的知識呈現基模。第三章則開始對 FBS 模型及基模作進一步的分析探討，且針對外在因素與內建知識的關係作模型系統的整合。第四章根據前面分析結果，進行模擬系統分析，再撰寫程式來建構出可供運作的電腦模擬系統。最後第五章運用所建立的電腦系統，進行模擬的操作，以電腦模擬系統的可行性驗證前面分析所得的組織架構的合理性。