

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

## 建築設計思考中子形浮現與知識轉換的整合研究 A Study of Shape Emergence and Knowledge transformation in Architectural Design Thinking

計畫編號：NSC 87-2218-E-009-010

執行期限：86年8月1日至87年7月31日

主持人：劉育東 國立交通大學應用藝術研究所

### 摘要

在文中，設計過程被視為兩種搜尋方式的合成：「形體重整搜尋」及「知識轉型搜尋」。前者意指人類或電腦系統以浮現子形方式將形狀重新整理，來判斷當前設計狀態的搜尋方式。它比較類似一種我們難以察覺的神經訊息聯結過程。而後者則指當人類或電腦系統在判斷出當前設計狀態之後，找出能吻合下一狀態形式與機能需求的應用規則，以便轉型成新狀態的搜尋。它比較接近所謂的符號運算過程，而這種過程我們就能夠清楚地認知感受到。

關鍵字：設計思考、設計搜尋、形狀重整、知識轉型、符號運算、神經聯結、

### Abstract

In this paper, designing is interpreted as a combination of two searches: a shape restructuring search and a knowledge transforming search. During the first phase, designers or computer-aided design systems search

for alternative ways to interpret for the current design state by restructuring shapes in terms of emergent subshapes; it is close to the connectionist processing which we can only slightly sense. During the second phase, designers or computer systems search for alternative rule applications in order to transform the interpreted current state into the next one that matches the formal and functional requirements; it is close to symbolic processing which we can sense, clearly and cognitively.

**Keywords:** design thinking, design search, restructuring shape, transforming knowledge, symbolism, connectionism

一、前、：問題陳述

除了早期的設計理、模型之外 [1][2][3]，Simon 曾提出有關設計認知與電腦輔助設計的標準模型[4]；他認為設計是一種人類求解問題的行為，從一個初始狀況開始搜尋，經過中間狀況，一直到目標狀況。在他所定義的搜尋空間之中，設計者應用一組程序性知識，使設計從一個狀況推演到

下一個狀況。這種設計知識來自於他們個人自己的知識庫，並且運用於他們所專注的眼前狀況。某些搜尋策略的主題已在人類問題求解行為，和電腦輔助設計系統等相關領域中被廣泛研究，主要是為了嘗試模擬人類如何做出決定的方法。其中包括深度或廣度度先搜尋法、啟發式搜尋法、爬山式演算法、嘗試錯誤法、意義終點分分法等等。Simon 進一步解釋設計的風風[5]和設計的風意[6]是一種特別的問題求解，其中含有其它不同的特徵。這個基本觀察，已為人類設計行為和電腦輔助設計裏許多的理、主題，奠定了基礎。

然而，設計是人類行為中最複雜世故的一種。根據已經被完整發展的符號理、，以及正逐漸被研究的人類思考聯結理、，設計基本上涉及設計者'涉的方式'，以及他們如何按部就班的方式'。這裡出現一個問題：有沒有沒能設計思考(Design thinking)進一步發展出能同時捕捉'涉'和'班'兩者的指導模型？為了回答這個問題，我將把搜尋模型當做整個分分架構來談，並且嘗試推導出設計思考的其他重要談子，他們並將吻合這個搜尋模型，除此之外，我也將延續個人目前的研究成果，這將不只在浮現子形辨識的主題上，還包括對設計思考的符號與聯結運算的基本對分上。這個研究的主要程序有兩部份；首先，來自 Schon 的口語分分將被引用，並作進一步分分[7][8]，以便解釋設計者在設計搜尋的當前狀況下，如何決定應該涉什麼。其次，一個最新的搜尋模型將被提出，它將強調設計過程中重要的視

覺化再現(visual Representation)這個特性。

## 二、設計的雙搜尋模型

如上所述，解決設計問題的搜尋，雙包括了形狀重整與轉型規則，如前雙曾提到的 Petra 案例，形狀重新整理的現象，乃是經由一種對現狀圖形作'沒能涉出什麼所以然來'的搜尋，以得到新的轉化變型。由於本質上，形狀重整的聯結、與應用於轉型規則的符號、之間，其操作時間有百分之一秒與一秒的對別。很明顯這使得整個設計搜尋被顯開成兩種搜尋：形狀重整搜尋顯shape restructuring search顯與知識轉型搜尋(knowledge transforming search)。用這個新結構來談設計問題。一開始，初始現況狀態以形狀重整搜尋組來判讀出形狀中各種浮現子形；之後，再以知識轉型搜尋組來執行適當的規則，如今設計的新理、模型今合了形狀重整與知識轉型。

以這個理、而、，設計今不是 Simon 的搜尋、，也不是 Schon 的'涉-行動'循環、；而是包含了形狀重整與知識轉型二者相循以終的搜尋過程環

- 「形體重整搜尋」-----意指人類或電腦系統以浮現子形方式將形狀重新整理，來判斷當前設計狀態的搜尋方式。它比較類似一種我們難以察覺的神經訊息聯結過程。
- 「知識轉型搜尋」-----意指當人類或電腦系統在判斷出當前設計狀態之後，找出能吻合下一狀態形式與機

能需求的應用規則，以便轉型成新狀態的搜尋。它比較接近所謂的符號運算過程，而這種過程我們就能夠清楚地認知感受到。

## 環、關於設計的雙搜尋模型環部 運算環理

基於上述模型，接下來的問題要雙對的是，這兩個搜尋程序個別的環部運算過程(internal processes)是什麼？在此，兩個主要的環部運算過程需要進一步地環清。首先，設計者從環始圖中搜尋得到的環多浮現子形之中，如何環出應該涉的部份？再者，設計者從搜尋得來的，能將設計知識適環地轉譯成沒辦解資訊的這許多沒行規則之中，又是如何決定什麼樣的設計知識該被轉型？這兩個問題的求解，不只要仰賴有關設計行為的研究，還要有認知科學中關於人類視覺研究的相關背景。惟有藉著這二領域的奠基，我們才會對設計思考的兩種搜尋模式有更深入的認識。接下來將討、這兩種模式的環部運算。

毫無疑問地，形狀重整現象(shape restructuring)在人類視覺機能中是無所不在的，而人類視覺機能疑期以來一直是認知科學中最重要的主題。其中已有許多研究指出‘視覺注意力集中’，是吾人何以能辨識物體的關鍵[9]。由於認知領域對初期視覺訊息物遞能力的相關討、很有限，Neisser[10]曾寫道「這種物遞能力一定有某種道理沒以深入道討分分的，...，...也許這意味者還存有一種‘預先注意’的過程(preattentive process)：於是所謂‘注意

力集中’的這整個過程才被導引出來。」這種‘預先注意’的訊息物遞過程要全雙且平行地處理大量的視覺資料；但是由於訊息負載量的侷限[10][11][12][13]，使得物體不沒能完全成侷地辨識出來。Minsky 認為這個現象代表察覺訊息的能力是有極限的，不管對人腦或電腦都一樣[14]。

觀涉之時對物體集中注意力這都都，需要觀者在視景對域中環都某個範圍才成，所以視覺化搜尋被說成類似是一種注意力的‘道說說’(searchlight)：這個道說說光束在視景範圍環移動時，要調適光束的落點，同時也要調整眼睛、頭和身體的姿勢[9][12][15]。人類視覺的道說說式注意力機勢顯然也是適合而有力的說法，談為人們甚至不需移動就能轉移注意力[16]。此外，當人們注意某個特別物體的時候，不但視線落點沒以調整，線視線的範圍也沒以調整，所以人們沒以從相同位置涉見不同大小的物體，也沒以從不同位置涉同一物體。

由於有預先注意小注意訊息運算的理、模型奠基[10]，視知覺過程[13]，以形狀重整的理、模型來表小它的構小，這個認知模型由 5 個部份組成小小組成、預先注意、環部性地注意、編碼、成為短期記憶小小試圖把電腦也能如人腦那樣涉待形狀的班法概念化。在一開始的輸入階段，從外在的媒介比方紙張或螢光幕，接收來自視覺接收對的刺激訊息。一般我們此時會得到大量的物都：而預先注意的機勢將一次全雙而平行地處理這些物都訊息[9][10][12]。由於人類處理訊

息的有限能力，這麼許多在視覺接收對被預先注意到的物都，都只有矇矓且不完整地存在，並沒有矓何一個被認出而矓顯出來。

爲了克服預先注意機勢的有限性，也就是人類訊息處理能力的限勢，惟有靠外界的輔助(external aids)來共同掌握一都都。環都性注意力(selective attention)就廣義來說是一種伺服引擎(serves as the engine)，它能提供雙要的外界輔助來琢磨整個處境，並一次處理一都都。根據以類神經境路法對子形編碼這課題所作的初步研究[17][18]，模型中的這個‘環都性注意’階段包含兩種次運算小小視線道說聚光的注意與再注意，藉由合併這兩種注意力機勢，在沒視範環的環物都能一次被處理。如此一來，涉出浮現子成爲沒能，而且整個過程能保持線續。

## 持、、 結語

設計思考理、的發展，來自並反饋到如認知科學、人工智慧、甚至神經科學等相關的人類思考理、領域。在本篇、文中，我試圖以揉合了符號、與聯結、的度點於設計的認知與運算理、的方式，來進行人類設計行爲的研究。這裏所提出的雙搜尋模型，不只受揉於 Simon 的搜尋模型與 Schon 的循環模型，還需仰賴‘形狀重整模型’來指明其環在的運算環理。將形狀重整模型置入雙搜尋模型，意指形狀重整的現象，實際上就是對設計的當下狀態，以視線注意和再注意的方法來表現視覺化搜尋的際意。此時，

輸入的是對現狀的環始表小方法，經過預先注意、再注意，與編碼過程，輸出的是明顯或不明際的浮現子形，而這些子形‘在輸入階段時並不會被表小’[19]。接著將這些重整過且存於短期記憶的子形予以紋理判讀之後，轉型搜尋開始進行，然後這個雙搜尋將一再重覆直到達成目標。這個設計雙搜尋模型，將不只對人腦與電腦設計行爲的應用有達助，同時也對電腦輔助設計系統如何學得達‘涉’和‘班’提供支援。

然而，這個模型仍未完整。關於設計知識環在運算邏輯的這個第二部份，也許涉及設計思考中更複雜的行爲表現，第較紋理吻合與規則應用的直率來得更加世故。在人類行爲中所謂的規則，是指加以什麼方法做什麼都加的一組特知識的陳述[20][21]。此將規則予以模式化的運算小小將陳述性知識變爲程序性知識的過程，所謂的 proceduralization[22]小小將是重要的研究方加。除此之外，知識的表達、知識的調加，甚至記憶的結構都將是未來相關研究的中加課題。

## 加、、 參考文獻

- [1] Alexander, C Notes on the synthesis of form Harvard University Press, Cambridge, MA (1964)
- [2] Archer. L B ‘An overview of the structure of the design process?’ in Moore G T (Ed) Emerging methods in environmental design and planning MIT Press, Cambridge, MA (1970)
- [3] Pena, W, Parshall, S and Kelly K Problem

- seeking: An architectural programming primer 3d ed. AIA Press, Washington, D.C. (1987)
- [4] Simon, H A The sciences of the artificial 2d ed The MIT Press, Cambridge, MA (1981)
- [5] Simon, H A 'Style in design?' in Archea, J and Eastman, C (Eds) Proceedings of the 2nd annual environmental design research association conference Dowden, Hutchinson, and Ross, Stroudsbury, PA (1970)
- [6] Simon, H A 'Scientific discovery and the psychology of problem solving?' in Colodny, R (Ed) Mind and cosmos University of Pittsburgh Press, Pittsburgh (1966)
- [7] SchU n, D A The reflective practitioner: How professional think in action Basic Books, New York (1983)
- [8] SchU n, D A and Wiggins, G 纒 inds of seeing and their functions in designing? Design Studies Vol 13 No 2 (1992) 135-156
- [9] Mitchell, W J 'A computational view of design creativity?' in Gero, J S and Maher, M L (Eds) Modelling creativity and knowledge-based creative design, Erlbaum, Hillsdale, NJ (1992)
- [10] Mitchell, W J 'The uses of inconsistency in design?' in Kalay, Y E (Ed) Principles of computer-aided design: evaluating and predicting design performance John Wiley, New York (1992)
- [11] Kosslyn, S M and Koeing, O Wet mind Free Press, New York (1992)
- [12] Neisser, U Cognitive psychology Meredith, New York (1967) p 86
- [13] Neisser, U (see Reference 27)
- [14] Broadbent, D E Stimulus set and response set: Two kinds of selective attention? in Mostofsky, D I (Ed) Attention: Contemporary theory and analysis Meredith, New York (1970)
- [15] Gregory, R L (Ed) The Oxford companion to the mind Oxford University Press, Oxford (1987)
- [16] Palmer, J, Ames, C T and Lindsey, D T 'Measuring the effect of attention on simple visual search? Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance Vol 19 No 1 (1993) 108-130
- [17] Liu, Y T 'A connectionist approach to shape recognition and transformation?' in Flemming U and Van Wyk S (Eds) CAAD Futures '93 Elsevier, Amsterdam (1993)
- [18] Liu, Y T 'Recognizing emergent subshapes in design problem solving: A connectionist investigation?' in Morgan, F and Pohman, R W (Eds) Education and practice: The critical interface ACADIA (1993)
- [19] Liu, Y T 'Symbolic CAAD versus connectionist CAAD? Languages of design Vol. 2,(1994) 325-346
- [20] Crick, F H C 'The function of the thalamic reticular complex: The searchlight hypothesis?' in Proceedings of the National Academy of Science USA (1984)
- [21] Henderson, L Orthography and word recognition in reading Academic Press, New York (1982)
- [22] Poirson, A B and Wandell, B A "task-

dependent color discrimination? Journal  
of the Optical Society Vol 7 (1990)  
776-782