

『風格量化』- 以空間型構理論之視域分析方法探究

空間組構形態視覺感知之量化詮釋模型

劉秉承

朝陽科技大學 建築系

(收件日期：105 年 9 月 30 日；接受日期：105 年 12 月 28 日)

摘要

本文將空間形態創作類比為書法文字形符書寫，應用英國倫敦大學(UCL)Bill Hillier 教授所創可預測使用者行為分佈之空間數位量化分析理論-空間型構(space syntax)之視域分析方法(visibility graph analysis)，藉以檢視平面空間形態之形變歷程中，有關設計者之視覺感知與使用者空間辨識之關連性。如同書法書寫佈局之風格分析一般，透過十個類比書法文字書寫之空間配置案例，每一個置於書法 3 x 3 之九宮格方框。量化詮釋模型之分析結果顯示：(1).二維書法『永』字書體風格之分析結果可略判讀其文字辨識程度。楷書之辨識性（決定係數 r-squared）達 0.912031，相較於不易辨識之甲骨文與草書（r-squared 分別為 0.660356 與 0.558361）；(2).三維空間之分析結果顯示，當視覺感知變化強烈之配置形態往往也具有助使用者空間方位認知之視域辨識性（visual intelligibility）；反之，空間配置視覺感知分析結果變化愈弱，其設計者視覺感知刺激較小且受變形手法影響較低。而對使用者而言，此類配置模糊曖昧形態之空間組構易於成為迷宮。

關鍵詞：量化詮釋模型、空間佈局、視覺感知、視域辨識性、空間型構數位分析

『Style Quantifying』 - The Quantification Interpretation Model
of Visual Perception of Spatial Configurations Through Space Syntax Theory's
Visibility Graph Analysis

Benson P. C. Liu

Department of Architecture, Chaoyang University of Technology

(Date Received : September 30, 2016 ; Date Accepted : December 28, 2016)

Abstract

This research compares the spatial creation to Chinese calligraphy. This research analyzes styles of spatial configuration comparing them to different calligraphic styles and further operates a digital tool in order to clarify the relation between visual perception and



visual interpretation in different spatial arrangement. This research applies visibility graph analysis of space syntax to survey spatial form. In total ten types of calligraphic spatial layouts are used. Each type of calligraphic space layout is drawn in a square. This square is subdivided in 9 smaller equal squares (3x3 matrix) that is a Chinese concept that underlies different forms of Chinese design and art. Quantitative interpretation model analysis results show that: (1). The results of two-dimensional calligraphy style analysis of "永" can be slightly read as the degree of its text recognition. R-squared of "Regular script" is 0.912031, which is higher than that of the oracle and cursive script (r-squared: 0.660356 and 0.558361, respectively). (2) The analysis results of three-dimensional space show that, while visual perception of certain types of spatial layout change a lot, it will be helpful for user's spatial orientation of visual intelligibility. When the range and differences of visual integration are low, that means visual perception will be less affected by the deformation methods. For users, it is easy to become as the maze identified for the spatial configurations of ambiguous shape layouts.

Keywords : The Quantification Interpretation Model 、 Spatial layouts 、 Visual perception 、 Visual intelligibility 、 Space syntax

一、緒論

1-1 研究動機與目的

空間配置之機能考量較易於理解與分析，而配置之實體形態感性創作則相對較難以深究。空間創造為人類複雜心智運作的過程，吾人可透過空間組構模式分析去理解其設計創造者有意識之理性機能考量；唯對於設計歷程形態創造的潛意識判斷而言，尚缺乏一套客觀理性的分析工具，用以輔助約制導正創意感性發想之盲莽。故本文擇以相對中性客觀之數位空間量化分析方法，期以能客觀地、理性地詮釋空間配置形態感性創作。主要對於設計推論過程中，平面形態佈局以及空間變形手法作理性之解析。因而，本文擬以英國倫敦大學(UCL)Bill Hillier 教授所創可預測使用者行為分佈之空間數位量化分析理論-空間型構(space syntax)之視域分析方法(visibility graph analysis)來檢視不同之空間風格差別，有助設計者客觀地理解形態表層操作對空間視域資訊之影響(如視覺感知強度影響與空間認知方位辨識之狀態，可由軟體分析數值推斷該空間平面組構是否為一座不利方位辨識之迷宮……等)。

1-2 研究觀點：書法觀念應用於空間形式之風格探討

本文將建築空間創造類比書學之形態創作，此類表達形式無涉及材料、顏色質感之感官影響，僅有實虛、黑白之空間變化差異之一種化約式抽象空間特質的詮釋模式(Hale, 2000)。唐代書學理論家，張懷瓘曾說“夫書：第一用筆，第二識勢，第三裹束。三者兼備，然後為書。”書學家說明書法理想形態書寫的三要素：第一指每一筆畫的形態；第二指整體佈局關係；第三為風格(周汝昌，民92)。本研究試圖以同一個字之不同書體來解釋如張懷瓘所言之風格元素成形要件。如下圖所示(圖 1)，以“永”字而言，下圖為六



種不同書體，分別為甲骨文、篆書、隸書、楷書、行書與草書六種。第一階段為每一筆畫之形態樣貌，是為『用筆』；第二階段為『識勢』，將各書寫單元之佈局關係，整理其構成關係；第三，所謂『裹束』，係指風格，此為形態感知之層次，不同之風格，意指不同視覺感受。如此，雖可解釋各書體於樣貌上顯著特徵之構成差別，然而對於近似形態之細微判別與風格解釋，就無法深論。本文進一步以書法風格構成要素詮釋空間配置形態組構關係。圖 2，美國建築師萊特三個外貌差異甚大而其空間單元組構連結關係一致之三個建築案例，依前述張懷瓘所言書學風格構成要素予以整理。『用筆』，在此指每一空間單元的實體形態；而『識勢』，主要呈現整體空間單元相對佈局狀態，空間單元彼此間依實質空間對應關係，調整空間彼此鍵結的相對位置；最後，書法之『裹束』，類比建築風格的形成，即為構成三個差異甚大的空間風格。由此可知，以書法風格構成作為建築空間組構邏輯的詮釋解讀，可重新描述空間創作風格的生成。唯對於『識勢』之空間關係與書法『裹束』中建築風格些微差異，仍需借空間分析軟體予以更精準與細緻的表達，以進行風格詮釋的量化比較，試圖深論潛藏於表層型態之空間組構邏輯。

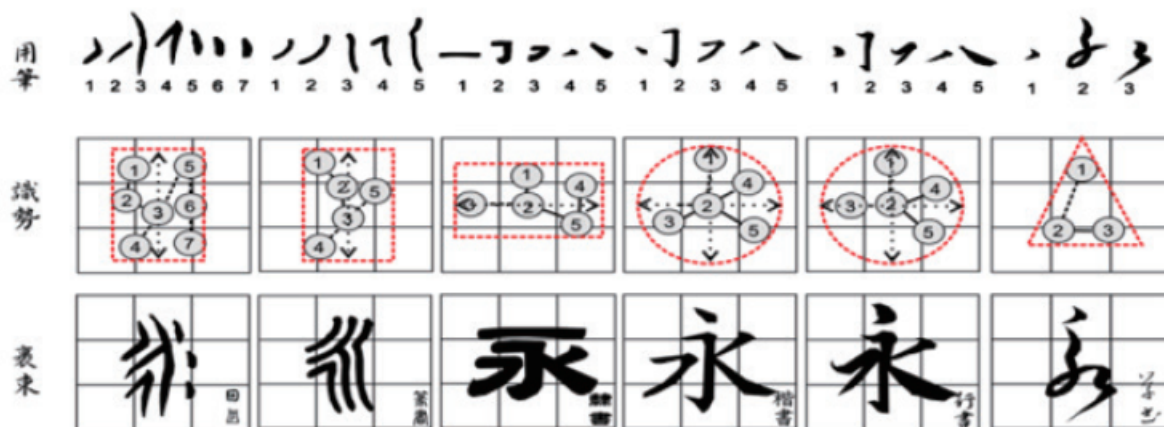


圖 1. 同一個字之不同書體解釋如張懷瓘所言之風格元素成形要件(本文繪製)

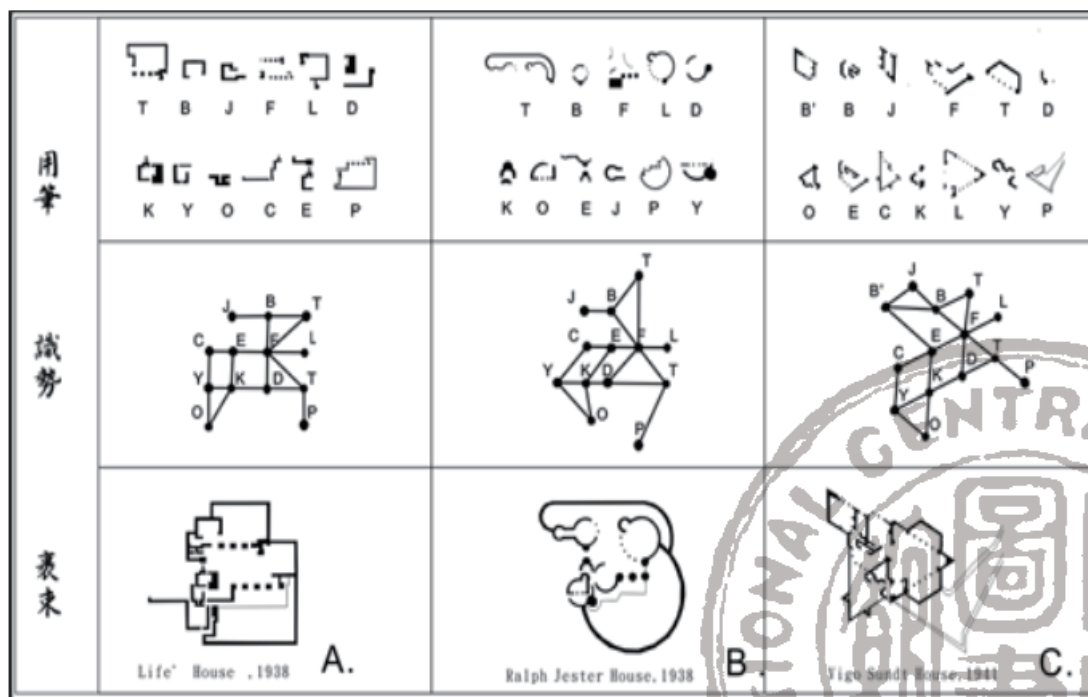


圖 2. 建築師萊特三個建築案例，依張懷瓘書學風格構成要件予以分析、整理。(本文繪製)

二、相關理論與文獻

2-1 從理想別墅的『數學比例』到『量化運算』

Colin Rowe (1976) 在理想別墅的數學比例 < the Mathematics of Ideal Villa > 一書中比較 Palladio's Villa Foscari in Malcontenta and Le Corbusier's Villa Stein in Garches，發現兩者對於數學比例的堅持。在兩座別墅使用數學公式的堅持和幾何原理的相似性。這兩座建築物之設計生產規線與空間比例放置在固定的 2:1:2:1:2 的比例 (Rowe, 1976: P4) 科比意的立面很清楚呈現對於數學比例的堅持，而 Palladio 則是在平面呈現嚴謹的比例原則(圖 3)。Rowe 的評論奠基於數學之理想形式論述上。

William J. Mitchell (1990) 則以電腦量化模式做出 Palladio 的別墅平面衍生文法。在他的著作 < the Logic of Architecture – Design, Computation and Cognition > 中提及 Rowe 的理想數學之評論，並比較了兩位建築師 (科比意與 Palladio) 在形態的想法與數學規線使用之堅持。同時於該書中推演出 Palladio 的住宅平面構成文法，他稱之為，Palladian 文法(圖 4)。本文認為，這是理想別墅的『數學比例』過渡理想別墅之『量化運算』的開端。從數學理想形式之美學『質性』意涵到電腦運算之『量化』思維。

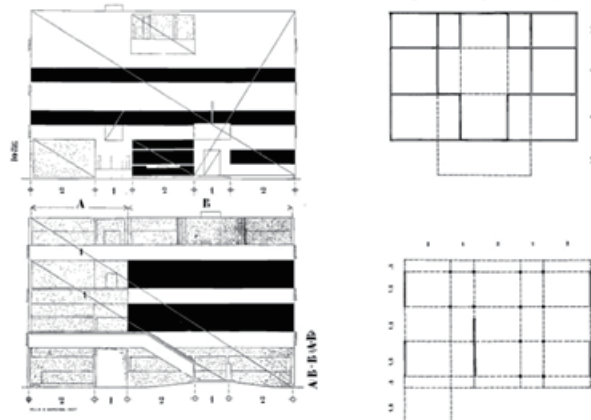


圖 3. 左為科比意 Garches 別墅的立面分析; 右上方為 Palladio 的 Malcontenta 別墅平面分析, 右下為柯布 arches 別墅的平面分析。(左二: Rowe, 1976: P10; 右二: Rowe, 1976: P5)

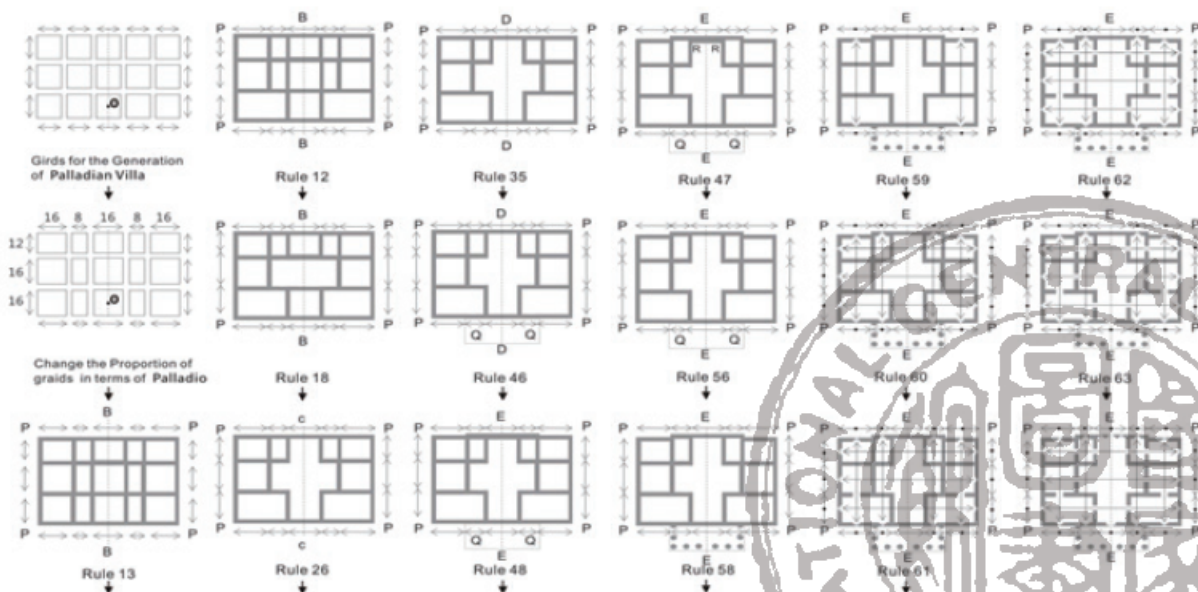


圖 4. Mitchell 的 Palladio 衍生文法(Mitchell, 1990: P155~P166)

2-2 視覺力場理論

上述形式量化的例子仍未針對『視覺感知』而予以深論，而建築師保羅·波托蓋希(Paolo Portoghesi)認為構築實體物質對於視覺虛體空間場的影響，有如石塊投入水中般波形傳遞(Arnheim, 1977)。關於建築視覺形式對空間之影響，這些隱形力量的描述都有著類似的想法，如圖5。受完形心理學所影響之空間形式的視覺力場理論，其所提出空間實、虛之觀點，以“物質”與“場”之間的差別來解釋且指出：空間與其說是“質”上的差異，不如說是“量”上的不同(Arnheim, 1977)。與本研究希冀透過數位分析“量化”觀點詮釋空間形態風格之“質性”的概念一致。

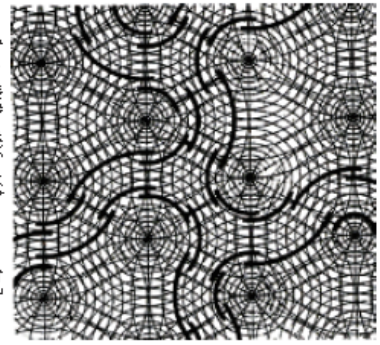


圖5. 保羅之空間視覺場的概念 (Arnheim, 1977)

2-3 空間型構理論(Space Syntax):

空間型構理論之量化方法可討論空間單元組構與動線組織之使用度、便捷度……等關係。近來更將研究觸角延伸至視覺分析上，由於分析空間中使用者之可見視野(isovist field)，故此分析方法稱為視域分析(visibility graph analysis)。該方法於型構理論領域之發展下，更關注空間使用者行為分佈預測之關連，而鮮少應用於形式美感的比例分析上。如應用於大型公共空間之使用者使用狀態模擬與人潮移動傾向之預測。有關此分析方法與空間認知相關研究，圖7中，泰德美術館(Tate Gallery)之視域分析與使用者動線軌跡追蹤之研究，運用視域分析方法量化空間並結合現場實地觀測之數據藉以探討量化數質，驗證視域分析方法之量化數值與博物館尋路行為之發生場所，兩者呈高度相關(Turner & Penn, 1999)。過去，空間的形態研究往往因為分析工具不足而難有突破，如波托蓋希所提之視覺場概念，當時仍然處於理論發展階段，缺乏一具體描述之方法與工具而未進行更深入討論。

2-4 空間形態量化運算觀念/視覺力場理論/視域分析與空間認知辨識觀念之結合

我們可以約略描繪出近代建築形態之典範移轉，從 Palladio(1508-1580)與柯布(Le Corbusier, 1887~1965)兩者對於『數學比例』理型美學之堅持，一直到 Mitchell 更以電腦量化形式作為評估與提案方法，而其 Palladio 文法更回應了 Rowe 的知名評論。雖前述建築師保羅所繪的視覺力場是一個基於完形心理的視覺形態概念，當時限於空間量化分析方法仍未發展成熟，而未深入探究。然而，時至今日，相關科學量化分析方法漸趨成熟。本文企圖透過空間型構理論之視域分析工具的量化解析，得以釐清潛藏於空間形式操作過程中，平面佈局形變與空間感性美學感知與空間使用者方位辨識認知之關聯。

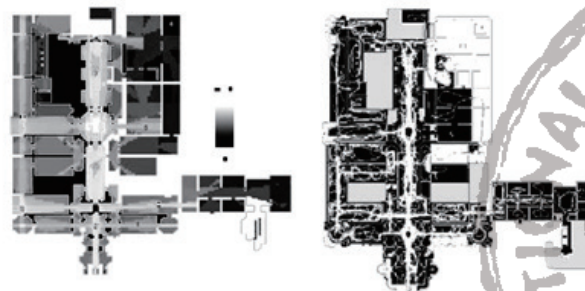
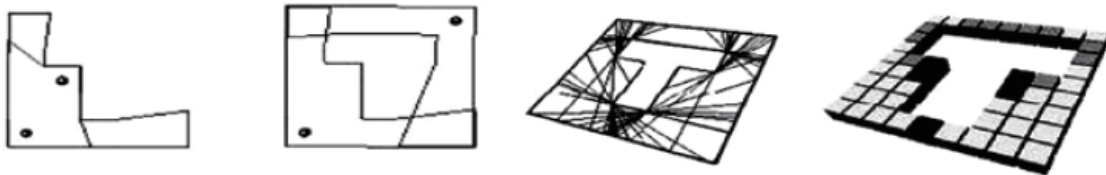


圖7. 泰德美術館(Tate Gallery)之視域分析與使用者動線軌跡追蹤 (Turner & Penn, 1999)

三、研究方法與解析模式

3-1 視域分析之概念

空間型構理論之視域分析(visibility graph analysis)概念源自Cliff Tandy於景觀空間分析時所採用之分析模式，而 Benedikt (1979)首度將此方法應用於建築空間分析，其視域範圍之定義為可見之視野 (isovist field)。Hillier & Alaster 進一步採用 Peponis 之視點分析觀念，將建物以矩陣格點密集覆蓋，每一格點為空間中之視點(約60cm×60cm)，運算空間中每一視點之可見視野(isovist field) (Turner & Penn, 1999)。而視域範圍內重疊部分之運算排序，即為所有視點彼此互視之能力表現，稱此為全區性互視程度(visual integration)(圖6)



介定單一視點之可視範圍，並且檢視小區域重疊之部分

視域範圍擴大，並且檢視相互重疊區域，介定全區視野之互視關係

所有視點之視域範圍 Isovist Polygon，經矩陣格點運算可得視域範圍數值

矩陣格點之運算結果以灰階呈現全區性互視程度 Visual Integration：視域範圍內重疊部分之排序，即所有視點彼此互視之能力。

圖6. 視域空間分析概念分解圖(Turner & Penn, 1999)

3-2 量化運算理論基礎、分析軟體操作簡介

此一視覺量化分析方法之理論基礎為數學圖形理論(mathematical graph theory)，引述 Alasdair Turner(1999)對數學圖形分析運算之解釋，他認為圖形由端(vertices)與連結(edges)組成，應用於空間分析時，利用此一簡單概念將端(vertices)應用至空間中之「視點」，而將看不見的連結(edges)詮釋為「視線」，藉此運算空間中所有可視點彼此之空間相互觀看之程度差異，故稱之為視域互視程度(Turner & Penn, 1999)。建築空間可藉由英國倫敦大學空間型構團隊所開發之視域分析軟體(depthmap)，將空間平面圖導入軟體分析成視覺量化資訊，其簡介，詳下述。首先，針對空間先作視域範圍格點分割(步驟二)，進行整體視域互視程度圖(步驟三)之分析，依視覺可直接穿透之範圍作為互視程度相互比較之依據。空間的視域互視程度高低以灰階色階來區分，全區視域互視程度愈高者越深，反之則越淺(圖7)。所得之的相關空間視覺資訊可應用於方位辨識認知研究，如對於泰德美術館(Tate Gallery)之視域分析與使用者動線軌跡追蹤之研究(圖8)。



步驟一 輸入繪製封閉牆線原始平面之 dxf 向量檔



步驟二 視域範圍格點分割，並填充欲分析之範圍



步驟三 透過運算後而得視域互視程度圖

圖7. 視域分析軟體(depthmap)操作流程(Turner & Penn, 1999)

3-3 視域運算參數之介紹

1. 地區性參數 - 視域範圍數值 Connectivity(Neighborhood size)：地區鄰近範圍內可直接看到的視點總數，即視域內可視範圍數值 (Turner & Penn, 1999)。
2. 全區性參數 - 視覺感知強度(或稱視域互視程度)Visual integration (Hillier/Hanson)：全區視域範圍內所有視點彼此互視之能力，如前述因各式不同構築型態而生成許多不同視點之視域範圍(Isovist Polygon)之交疊關係，而由區塊互視之能力強弱的視覺關係，視域範圍內重疊部分之排序，指平面佈局之視覺感知強度(Turner & Penn, 1999)。
3. 地區性參數/全區性參數之關連分佈傾向-視域辨識性 Visual intelligibility：全區性參數（視覺感知強度）與地區性參數（視域範圍數值）達高度關聯(兩者之決定係數 R-squared 值達 0.5 以上)，達此數值之空間其使用者可藉由原生資訊、辨識方向與掌握空間所在位置。此數值可應用於迷宮之理解（圖 9）。迷宮之辨識性極低空間中使用者無法藉由原生資訊(視域範圍)推測其所在位置(Turner & Penn, 1999)。本文以此分析參數表達空間組織之辨識或模擬曖昧之特質，故稱之為視域辨識性。
4. 三參數間之關係：視域範圍數值為『地區性』參數，表示空間使用者固定不動於空間組織中之『局部可見』的視覺能視參數，而視覺感知強度(或稱視域互視程度)為『全區性』，空間使用者必須走完全部空間後，以審視全局資訊判斷後之視覺『互視』參數。而本文強調之『視域辨識性』為前述兩參數之關連分佈傾向，即地區參數(視域範圍數值)與全區參數(視域互視程度)兩者之決定係數 (r-squared) 達 0.5 以上，即兩數值分佈狀態達高度正相關。而可由『地區能視』推斷『全區互視』，而此數值愈高愈呈『高視域辨識性』之非迷宮組織空間。

應用於理解迷宮之形成

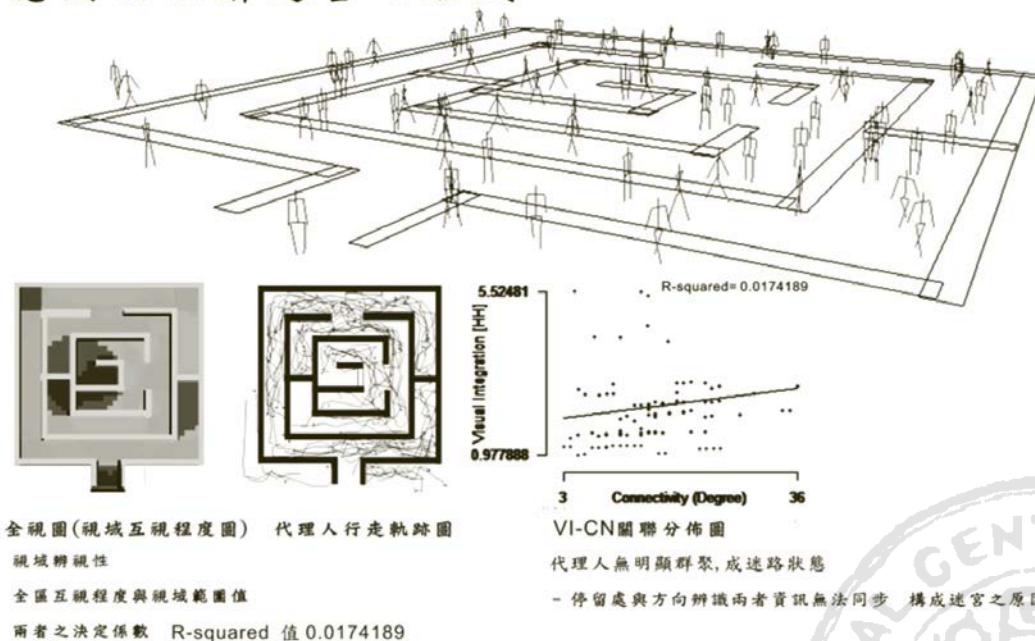


圖 9. 若空間型構分析結果達視域辨識性，該空間之其使用者可藉由原生資訊、辨識方向與掌握空間所在位置，此分析參數可應用於迷宮之理解。（本研究繪製）

3-4 量化特質詮釋書法之風格差異

於「書法藝術欣賞」一書中以類似心電圖的方式詮釋不同風格書法作品的情感表現(圖 10)。雖未呈現實際數據，該線形繪製動作已隱含量化文字風格之概念(鄭曉華，民 91)。本文藉視域分析之量化特質分析空間形態佈局之視覺感知變化。此一結合書法風格論述的觀點與量化分析之探討模式，可以作為空間學域中探討配置佈局形式的一項風格量化方法，而此為本研究之主要分析觀點。

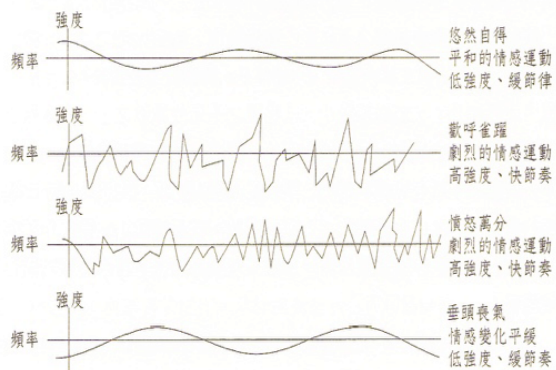


圖 10. 以不同跳動詮釋書法風格之情感表現。(鄭曉華，民 91)

右圖差異頗大之字體書寫，其實則為同一字”永”之各種不同書體之書寫，本研究將之視為空間之形態創造並試圖分析其空間之變化，如圖 11 所示，果真變化與差異頗大。有趣的是，軟體分析出之結果，最不具辨識性的為甲骨文與草書，而辨識性最高者為楷書。楷書之辨識性(其 RN-CN 決定係數 r-squared 達 0.912031，相較於不易辨識之甲骨文與草書 (r-squared 分別為 0.660356 與 0.558361)，在此將文字書寫以水平視域分析之結果拿來解釋被閱讀的辨識程度，這主要來自於「心理地圖」的概念，筆者認為文字書寫之平面構圖有如人遊走平面空間，以心理圖鳥瞰全體平面空間之建構佈局。於是，文字書寫之平面構成則可比喻為水平空間上視域辨識性解析。因此，由水平視域分析不同字體書寫之可辨識性差異。

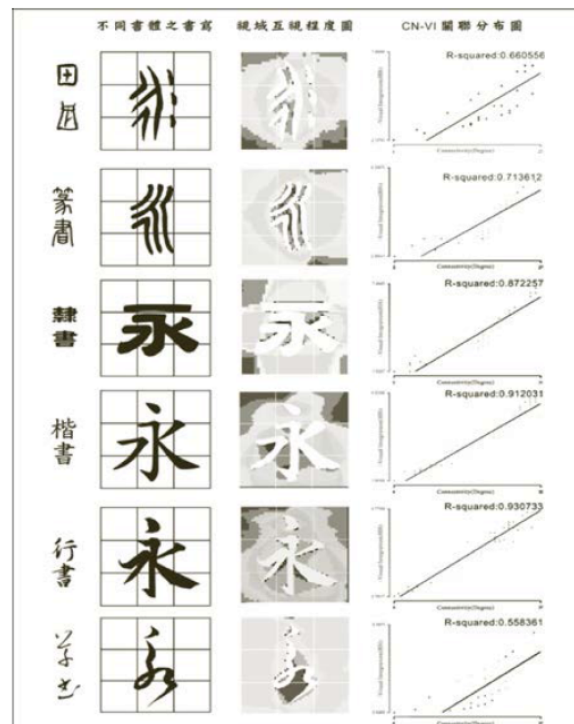


圖 11. 同一字”永”之各種不同書體之書寫，本研究將之視為空間之形態創造並試圖分析其空間之變化。(本研究繪製)

四、視覺感知量化分析

4-1 書學九宮格之視覺分析概念

透過空間數位量化分析工具可以具體呈現空間形態視覺感知的細微差異，以此運用於討論空間佈局形態之變形手法。以中國書法九宮格做為建築基本佈局之討論概念，其目的為尋求與釐清空間表層形態操作下，空間形變手法與佈局類型對空間視覺特質之影響(如視覺感知之影響程度與使用者空間認知方位辨識之細微變化……等)。

4-2 九宮格之空間形態佈局框架

書法文字具有圖像性，文字之構成亦類似於空間佈局之組構原則，借此仿若文字構成之空間佈局來探討一些空間配置關係。前述提過萊特三個空間形式差異很大的建築空間方案，其建築之空間結構關係一致，因單元空間形態不同而產生整體空間風格的差異。在現代建築中，建築師 John Hejduk 常用九宮格來進行建築創作並將之引入設計課程的討論中，後來建築師 Peter Eisenman 也常使用此元素。本文以九宮格書法輔助書寫為本研究分析之重要概念。下述之九宮格框架為空間平面形態變形討論的背景架構。本文認為藉由空間型構理論之視域分析方法，亦能找出如同中國書法之詮釋與表述的視域特質。因此，為求空間形態改變之比較性結果，以一可供共同討論之框架來進行形式操演之視域分析。乃採以八十一格(九乘九)為形變探討之基準格式，不僅止於書法九宮之類推。擇以八十一格為形變探討之基準格式，原因如下：

1. 圍合整體空間格局需具中間體(mediator)，每邊分格數必需為奇數-空間佈局形態之討論環繞於實體形態與虛空間之間，配置討論談及內、外關係，因而整體格局需具中介關係(圖 12)。
2. 保持形態形變彈性，水平三等分再垂直三等分而成九宮格，此為左右對稱增減形變之最少、最簡約形變格式，而每一格再續三等分分割而成八十一格，係為更細微變形之觀測基準格式，其大小為 120 cm×120cm(置入於該框架中之構築牆體厚以 12cm 計)，即 81 格分割模式為每一可視格點(60 cm×60cm)之區位介定(最小錯身尺度)(圖 13)。
3. 於各不同空間配置形態中，所有變形均涉及大九宮格(9 格)及小九宮格(81 格)之巨觀與微觀變形差異，大小九宮格之檢視基準可清楚界定空間方位之變異(上、下、左、右、中)與形變過程(變形前、中、後)之各階段對稱關係的微變(圖 14)。
4. 此外，關於旋轉手法之形變基準，空間佈局形變過程中，以旋轉 15 度與 45 度作為一次旋轉角度，係因一般而言，人體視覺限制無法辨識低於 15 度的旋轉差別，因而小於 15 度之旋轉單位將不具視覺感知與辨識性認知的研究意義。多數建築師喜好 45 度旋轉角度，因而以 15 度及 45 度(45 度等同三次 15 度旋轉)，為旋轉手法之形變基準(圖 15)。

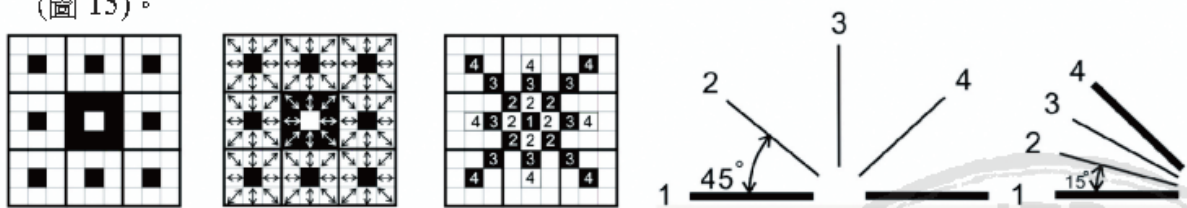


圖 12. 中介關係 圖 13. 視點界定 圖 14. 對稱關係微變 圖 15. 視點角度微變的界定
(本研究繪製) (本研究繪製) (本研究繪製) (本研究繪製)

於所有受測空間配置之實際尺度規模為 5.4m*5.4m (最小容身尺度 60cm*9) 之正矩形空間，單次分析之受測空間配置平面涵容人數為 15 人。本文總分析配置一共 41 套空間形態配置。

4-3 視域感知辨識分析模式

本文主要針對各種不同空間形式操作手法與佈局類型，分析其軟體量化分析結果再進行解讀與探討。此分析模式為形式操作各步驟之解析，有助釐清不同空間佈局與空間變形手法對空間視覺資訊的影響。形態設計之形式操作動態過程(Design Process)的討論有別空間型構理論領域所著重於既存空間的靜態式評估分析。而視覺感知辨識分析之解析模式，係指將形式操作之變形過程步驟之各階段空間配置形態透過視域分析軟體 Depthmap 分析後，為釐清形變之視覺感知與視域辨識性兩者關係的解析模式。如此可審視整體形式操作之空間視覺資訊變異趨勢，如視覺感知與空間辨識認知兩者之變化與相互關係，分別以分析參數視覺感知強度與視域辨識性高低，作為評判的依據及指標。

1. 分析圖形之初步判讀：視覺感知化約輪廓線套疊(視覺感知強度變化軌跡)

本文企圖詮釋分析空間平面佈局形態操作手法各步驟間的差異，故採以疊合各步驟的分析結果。將各步驟之原有灰階面狀分析圖於軟體中擇以輪廓粗細線顯示模式簡化成可供疊合比較的輪廓線圖。其灰階分析圖形之灰階分佈(視覺感知強度數值)，並由灰階面狀之表達模式轉為線狀，而數值強弱以線之粗細詮釋。如下圖所示，空間書寫一串字，將其各形變過程之各個階段配置，經視域分析軟體 Depthmap 分析後所得之灰階圖，擇以輪廓線圖後，將各階段之線條圖予以疊合，所得最後之圖形為各變形階段之視覺感知強度變化軌跡(圖 16)。

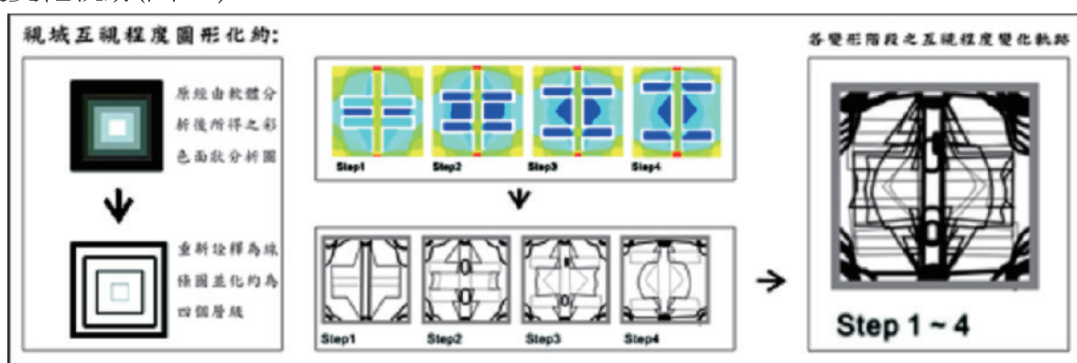


圖 16. 形變過程中各階段之視覺感知強度變化軌跡(本研究繪製)

下圖之兩個空間配置佈局，一個為弓字形空間平面佈局；另一個為以串字形空間平面佈局。可得到不同構築實體創作下，不同空間配置類型與設計手法的比較。如圖 17，當單位區域內互視程度分佈變化劇烈時，即形變過程中視覺感知強度時強時弱，則其各階段之視覺感知強度變化軌跡圖將驅於零亂，如圖 B 之軌跡圖顯較圖 A 者零亂。

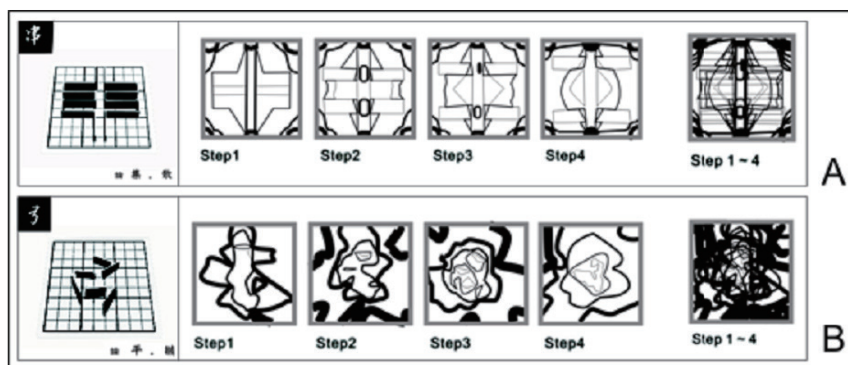


圖 17. 各種不同空間變形之初步比較 (本研究繪製)



2. 分析數據局部描述：視域感知波動板形圖

即使每一形變階段皆有量化數值可以討論，但是整體改變的討論是不足的。對此，本研究提出九等分的數值檢視方法，可檢視圖形中九個區塊每一形變步驟的改變。選取這九個區塊並將結果匯入 Excel，(該軟體可選區局部之資料輸出)便可分析局部空間於形變過程之內在數值變化(視域互視程度 visual integration: 視覺感知強度)，所得之結果可將上述視域互視程度位移之零亂成度具體量化，可以立體關係圖呈現，本研究稱此圖為視域感知波動板形圖(圖 16)。如下圖，圖 B 受形變影響顯大於圖 A，兩圖雖上下波動之幅度相當(波動:同一個變形階段下，視域互視程度上下之震盪，圖 18)，但，圖 B 之視覺感知強度數據明顯跳動且凌亂(跳動:不同變形階段下，視覺感知強度彼此之跳躍，圖 18)，反觀圖 A 受形變的影響較小。改變構築實體形態而影響空間內在視域資訊的數值變化(如視覺感知強度、視域辨識性)，透過本綜合分析方法，可詳細閱讀每一形變步驟視域資訊之前後改變量與其九宮格區位分佈的差異，並進一步解析視覺感知與使用者空間認知之視域辨識性(RN-CN 決定係數 r-squared 數值高低，高者具辨識性)，兩者之關係。

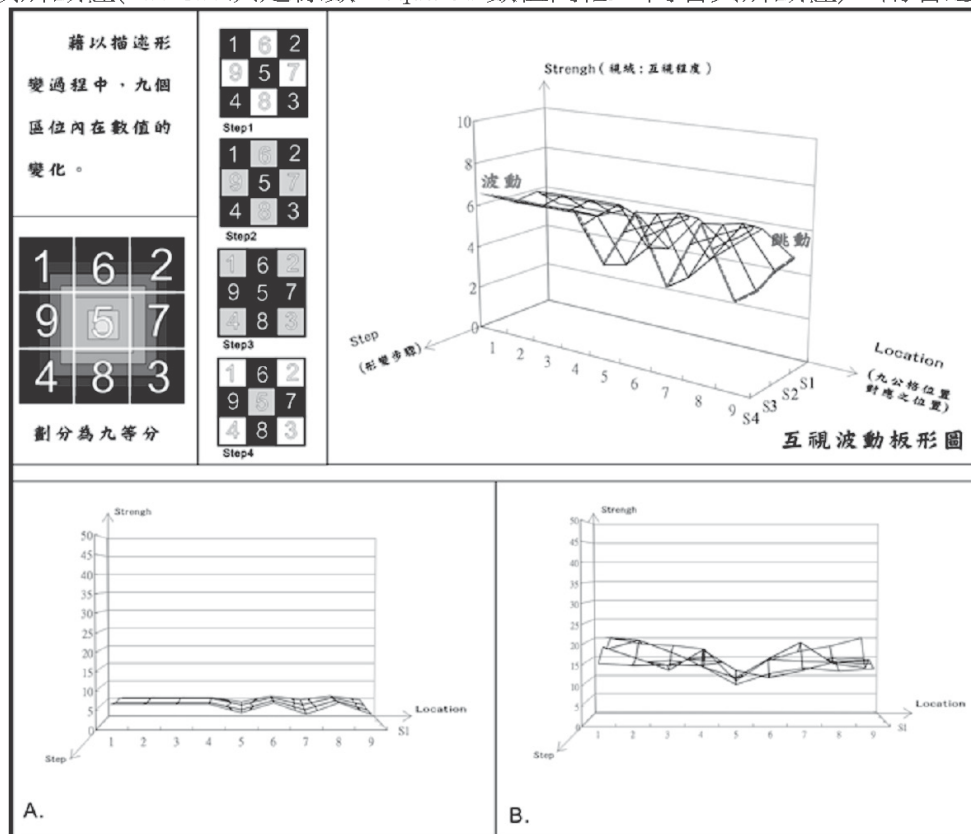


圖 18 視域感知波動板形圖，可以得知空間視覺感知於形態變動下的振盪變化
(本研究繪製)

此動態形態變形圖有助釐清不同配置、不同手法對空間視覺感知的影響差異。空間創作需對環境與空間之使用者負責，對此視覺資訊檢測模式之預期成果，期能輔助空間創作者於豐富創意之空間佈局形式設計操作下，能較為深入瞭解空間視覺資訊影響與細微差異。希冀透過此一中性量化運算空間形式之視覺感知方法，可使空間創作者不致於落入純粹形式美感之直觀表現，而忽視其對使用者之潛在影響。



五、空間實證研究:視域感知辨識分析

5-1 空間形態的書寫

不同配置模式與形變手段對空間之視覺感知強度影響各異，故擇下述十個類別書法文字之空間佈局平面分述探討，以此詮釋複雜、多變之建築空間佈局形態。如前述建築師萊特僅改變空間『形態』而未改變空間『關係』之建築方案，本文於形式操作過程皆未變動虛體空間連接關係，而予以量化分析討論『形變』對視覺美學感知與視域辨識性之影響。十個字形來自『內裡』、『中介』、『皮層』三個主要基本配置模式，其中『內裡』為可清楚界定出內、外關係之空間佈局形態，形變過程中，其外層不予以變動，而僅改變內層，藉以探討空間格局之『分割』與內部『隔間』的配置形式；『中介』為無法清楚界定內層與外層之空間佈局類型；『皮層』屬單一層之空間形態，藉以探討建築外皮層包覆的配置形式。此三個空間佈局分類，由同心、向心、簇群、雙核、雙心、巢形等六個原始配置類型所發展而來。而變形手法為增減 (Add & Reduction)、旋轉 (Rotated)、平移 (Parallel Shift)、伸縮 (Elasticity)、平滑 (Mesh Smooth)等五個。此十個空間平面配置之空間形態文字書寫（其筆劃為空間實體牆面），其中『田』與『器』為『增減』手法，『田』字，論述均、間（於單位面積內，『田』字中間十字以不同面積的分隔）；『器』字論主、從（四個口字大小變化）；『回』與『米』字為『旋轉』手法，分別論述正、傾，導、引（『回』字，其外層不動而旋轉內層『口』字；『米』字，中央『十』字不動，旋轉四個方向的『、』）；『串』與『目』為『平移』手法，個別論述聚、散，疏、密（串字中央『1』字不動，上下平移兩個『口』字形；目字，外層『口』字不動，上下平移中間兩『一』字形）；『弓』與『圍』字為『伸縮』手法，個別論述平、皺，開、合（改變圍合的配置形態關係，『弓』字為『不對稱』配置，『圍』字『對稱』配置形式）；『乃』與『圓』字屬於『平滑』手法，個別論述直、曲，方、圓（由直線變曲線，『乃』與『圓』字分別為『不對稱』與『對稱』形式）。其發展過程如下圖所示(圖 17)。

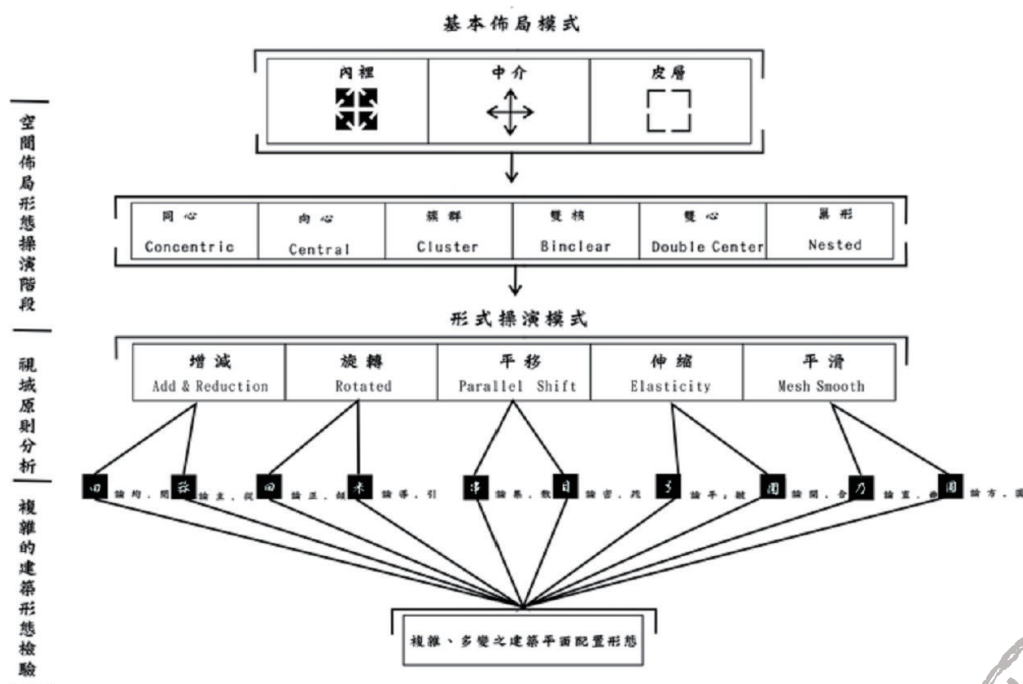


圖 17. 基本配置模式、五個形式操演手法至十個字形空間配置之過程。(本研究繪製)

5-2 視域分析圖形之解讀：

將此十個類比書法文字書寫之空間配置，匯入視域分析軟體 Depthmap 中分析，而得其各個形變階段之視域辨識性變異 (RN-CN 決定係數 R-squared) (表 1 右所示)。各變形階段之深淺分析圖形為視域互視程度之強弱分佈狀態。於平面佈局形態變形過程中，影響使用者空間認知之視域辨識性 (RN-CN 決定係數 R-squared) 有顯著的數值變化者，如『器』、『米』、『串』三個空間配置形態之視域決定係數逐步降低 (R-squared：『器』由 0.8695 降至 0.4377；『米』由 0.8640 降至 0.6134；『串』由 0.7245 降至 0.0423)，其餘各 R-squared 值變化較小且皆高數值，各配置之各個變形步驟之 R-squared 值，詳表 3 所示。







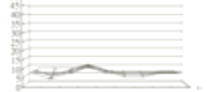

























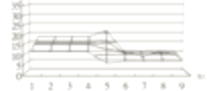












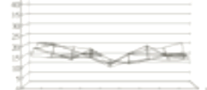





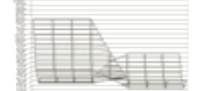












表 1. 各個形變階段之視覺感知強度與視覺範圍數值之決定係數(R-squared)

空間構成	形變過程	決定係數 RN-CN r-squared
內裡 Add & Reduction	回 由均、開 Step1 Step2 Step3 Step4	R-squared 1 0.8 0.6 0.4 0.2 0 1 2 3 4 Step
	器 由主、從 Step1 Step2 Step3 Step4 Step5	R-squared 1 0.8 0.6 0.4 0.2 0 1 2 3 4 5 Step
內裡 Rotated	回 由正、傾 Step1 Step2 Step3 Step4	R-squared 1 0.8 0.6 0.4 0.2 0 1 2 3 4 Step
	米 由導、引 Step1 Step2 Step3 Step4	R-squared 1 0.8 0.6 0.4 0.2 0 1 2 3 4 Step
內裡 Parallel Shift	目 由密、疏 Step1 Step2 Step3 Step4	R-squared 1 0.8 0.6 0.4 0.2 0 1 2 3 4 Step
	串 由聚、散 Step1 Step2 Step3 Step4	R-squared 1 0.8 0.6 0.4 0.2 0 1 2 3 4 Step
伸縮 Elasticity	子 由平、皺 Step1 Step2 Step3 Step4	R-squared 1 0.8 0.6 0.4 0.2 0 1 2 3 4 Step
	圓 由開、合 Step1 Step2 Step3 Step4	R-squared 1 0.8 0.6 0.4 0.2 0 1 2 3 4 Step
皮膚 Resh Smooth	刀 由直、曲 Step1 Step2 Step3 Step4	R-squared 1 0.8 0.6 0.4 0.2 0 1 2 3 4 Step
	圓 由方、圓 Step1 Step2 Step3 Step4	R-squared 1 0.8 0.6 0.4 0.2 0 1 2 3 4 Step



將上述視域分析灰階面狀結果於軟體中擇以輪廓粗細線顯示模式，並套疊後而成『視覺感知強度輪廓套疊圖』，並將逐步分析階段之視域互視程度數值（visual integration）匯入 EXCEL 中以板形圖表呈現可得『視域板狀波形圖』。如下圖之右側即為各空間類型及變形手法之視域互視感知波動關係。分析結果顯示，屬於『內裡』及『中介』兩者配置型態之空間類型，其各種變形之視覺感知強度輪廓疊圖與板狀波形圖，均較皮層之配置類型來得整齊與波動較小。而且，視覺感知強度輪廓疊圖與板狀波形圖均呈一致對應關係，如『內裡』之類比文字『田』、『回』、『目』等三種配置均較其餘類型之疊圖複雜且波形跳動來得明顯。而『皮層』配置類型之四種配置形態之視覺感知強度波動均極為明顯，尤其，類比文字『弓』與『圍』兩配置類型之疊圖與波形跳動均較其餘類型來得大一些。由此推測這些波動劇烈之空間配置模式對視覺感知之刺激較為明顯，以此量化詮釋不同視覺感知程度（即視域互視程度數值）之形態情感表現，如表 2 所示。

表 2 視覺感知強度輪廓疊圖

空間構成		視覺感知輪廓疊圖				視域板狀波形圖		
內裡 	增減 Add & Reduction	回						
		芥						
內裡 	旋轉 Rotated	回						
		米						
內裡 	平移 Parallel Shift	目						
		市						
皮層 	伸縮 Elasticity	弓						
		圍						
	平滑 Mesh Smooth	乃						
		冏						



5-3 研究推論: 設計者視覺感知變化與使用者空間認知辨識兩者關係

本文以視覺感知板狀波形變化量化詮釋（視覺感知參數-視域互視程度 visual integration 的量化數值視覺化圖形）不同強度視覺感知(visual perception)之刺激；而影響使用者空間認知之視域辨識性（RN-CN 決定係數 r-squared 數值之高低，高者較具視域辨識性），亦可詮釋表達空間平面配置構成之曖昧特質高低(辨識性高者，則曖昧性高，反之亦然)。當視覺感知強度之板狀波形跳動愈大(板狀跳動則指不同變形階段，步驟間視覺感知強度相對震盪變化)，表示對空間視覺原生資訊之擾動愈大，對使用者視覺感知刺激愈明顯，因而該空間較具辨識性。反之，一些先天空間視覺原生資訊差異不足之型態，如前述配置類型『中介』之類比文字『器』、『米』、『串』三個空間配置形態，其各式形變手法下，不同形變手法階段平面佈局之 r-squared 值：『器』 0.8695 - 0.4377 / 『米』 0.8640 - 0.6134 / 『串』 0.7245 - 0.0423，其辨識性 (r-squared) 皆隨形變手法步驟逐步降低（表 3）。這些空間配置雖屬低辨識性空間，此三類空間組構之視覺感知波形變化也呈現微小震動，顯示空間感知變化微弱，無以刺激整體空間認知之視域辨識性的提升，且其空間卻愈具模糊曖昧特質，整體空間組織如同迷宮一般。由分析可略微得知，基本佈局模式其視域感知波動關係為『皮層』大於『內裡』，再大於『中介』。本研究藉此量化數值，用以詮釋視覺感知之強弱。屬於『伸縮』及『平滑』兩者之視覺感知波形變化大，表示其視覺感知強度（視域互視程度）變化大，而且其空間也呈現高視域辨識性（r-squared 值），如伸縮手法，『弓』、『圍』（r-squared 值：『弓』 0.9307 - 0.9368 / 『圍』 0.9876 - 0.9721）；平滑手法，『乃』、『圓』（r-squared 值：『乃』 0.9307 - 0.9590 / 『圓』 0.9381 - 0.9642），顯示高視覺感知者也呈出高視域辨識性之空間風格差異(詳表 3 與表 4)。

表 3. 各類比字體形變步驟配置之視域辨識性（RN-CN 決定係數 r-squared 值）

類比 字體	空間構成與形變		視域辨識性（RN-CN 決定係數 r-squared 值）				
	佈局 類型	形變 手法	步驟 一 step 1	步驟 二 step 2	步驟 三 step 3	步驟 四 step 4	步驟五 step 5
田 器	內裡	增減	0.8731	0.7540	0.7276	0.6463	-----
	中介	增減	0.8695	0.7873	0.7366	0.4749	0.4377
回 米	內裡	旋轉	0.9304	0.8472	0.8102	0.9152	-----
	中介	旋轉	0.8640	0.8703	0.6785	0.6134	-----
目 串	內裡	平移	0.9344	0.9206	0.9365	0.9571	-----
	中介	平移	0.7245	0.6607	0.2189	0.0423	-----
弓 圍	皮層	伸縮	0.9291	0.9544	0.9277	0.9368	-----
	皮層	伸縮	0.9876	0.9381	0.9280	0.9721	-----
乃 圓	皮層	平滑	0.9307	0.9429	0.9543	0.9590	-----
	皮層	平滑	0.9381	0.9394	0.9576	0.9642	-----

5-4 研究結論與建議

1. 研究初步結論如下：

- a. 二維平面書法造型分析結果：由視域分析軟體 Depthmap 分析得出之六種『永』字風格之分析結果，最不具視域辨識性的為『甲骨文』與『草書』，而視域辨識性最高者為『楷書』，其 RN-CN 決定係數 r-squared 達 0.912031，相較於不易辨識之甲骨文與草書（r-squared 分別為 0.660356 與 0.558361）若以此解釋辨識文字之程度，合於常理一般性對於字體辨識程度的理解。
- b. 三維空間配置佈局之風格量化分析結果：當設計者如同書法家強調空間配置形態之強烈情感表現時，其配置形態變化所呈現之視覺感知波動板形震動大，表示視覺感知強度（視域互視程度數值）刺激愈大，且其受變形手法影響也較深。然就實質空間使用者行為預測而言，視覺感知變化強烈之配置形態往往也具視域辨識性(RN-CN 決定係數 r-squared 值)，易於使用者方向辨識，如前述『弓』、『圍』、『乃』、『圓』（r-squared 值：『弓』0.9307 - 0.9368 / 『圍』0.9876 - 0.9721 / 『乃』0.9307 - 0.9590 / 『圓』0.9381 - 0.9642）；反之，空間配置感知變化愈弱，其受變形手法影響較低，因使用者受空間之視覺感知刺激較小，且皆屬較低辨識性之空間配置，如前述『器』、『米』、『串』（r-squared 值：『器』0.8695 - 0.4377 / 『米』0.8640 - 0.6134 / 『串』0.7245 - 0.0423）。顯示空間使用者於該類型空間組構之『部分』感知體驗變化微弱，無以刺激『整體』空間認知之視域辨識性的提升，而對使用者而言，該配置形態則常呈現模糊曖昧之空間特質，不利於方向辨識而易於成為迷宮。

2. 本文之研究討論與建議如下：

- a. 空間風格差異量化模型之提出(視域辨識性之具體化)：不同類型之空間配置形態設計過程中，本研究提以量化觀點分析視覺感知刺激(視域互視程度)與空間認知程度（視域辨識性），以詮釋空間感性風格及其對空間使用者視覺辨識影響之兩向度探討。另一方面，藉此釐清空間感官刺激之視覺感知與空間認知兩者之關係，使空間創作者了解 — 當視域辨識性愈低時，形變設計手法之影響愈小，設計手段對空間感官刺激之視覺感知影響愈低。此類空間較為模糊曖昧之低辨識性空間，例如配置模式為『中介』類型者（如前述之類比文字『器』、『米』、『串』空間配置形態），相較於其餘空間配置模式，雖其使用效率不高，相反地，卻充斥著許多中介模糊空間的趣味性。而對於空間形態設計而言，如何權衡於使用行為之效率運作與非效率考量之空間形態美感因素，即空間創作應取得高或低辨識性兩者間之最佳平衡點，才能切合空間創意創作與實質空間使用兩向度需求。
- b. 空間設計需“意在筆先”：書學常言『意在筆先』，指創作前胸有成竹地掌握整體佈局關係。空間創作也應先掌握整體空間佈局關係，而本視覺感知辨識分析，即為輔助設計者理解表層配置形態操演對深層空間視域資訊之影響。總之，書法如繪畫是純視覺欣賞之感性物件，無須考慮使用者之空間感知能力與方位辨識認知能力之微妙互動關係。於是，如何在感性創作與理性思考間尋求最佳平衡點，確實是一件難以言說，既複雜又值得深入探索之有趣議題。



表 4. 視覺感知與視域辨識性之綜合分析

空間構成與形變			視域互視程度			視域辨識性		
內裡 	增減 Add & Reduction	田 	抽拘，開 					
		茶 	抽主，從 					
內裡 	旋轉 Rotated	回 	抽正，傾 					
		米 	抽導，引 					
內裡 	平移 Parallel Shift	目 	抽密，疏 					
		串 	抽集，散 					
內裡 	伸縮 Elasticity	弓 	抽平，脫 					
		圓 	抽開，合 					
皮層 	平滑 Mesh Smooth	乃 	抽直，曲 					
		圓 	抽方，圓 					



參考文獻

1. Arnheim, R. (1977). *The dynamics of architectural form*, Berkeley and Los Angeles: University of California Press.
2. Arnheim, R. (1969). *Visual thinking*, Berkeley: University of California Press.
3. Benedikt, M. (1987). *For an architecture of reality*, New York : Lumen Books.
4. Hillier, B. (1996). *Space is the machine: a configurational theory of architecture* , Cambridge, Cambridge University Press.
5. Hillier, B., & Hanson, J. (1984). *The social logic of space*, Cambridge, Cambridge University Press.
6. Mitchell, W. J. (1990). *The Logic of Architecture: Design, Computation, and Cognition*, Mass., Massachusetts Institute of Technology Press.
7. Rowe, Colin. (1976), *The mathematics of the ideal villa, and other essays*, Cambridge, Mass., MIT Press.
8. Turner, A., & Penn, A. (1999). *Making isovist syntactic: isovist integration analysis*, The 2nd International Symposium On Space Syntax, Universidad de Brasilia, Brazil.
9. Hale, J. (2000). *Building ideas - an introduction to architectural theory*, England, John Wiley & Sons, LTD.
10. 鄭曉華(民 91)。書法藝術欣賞。中國人民出版社，臺北市。
11. 周汝昌(民 92)。永字八法書法藝術講義。商周出版社，臺北市。

