

等距圖形簡化之設計實作研究

Exploring graphic simplification methods through design practice

*王韋堯 Regina W. Y. Wang

**許峻誠 Chun-Cheng Hsu

*國立台灣科技大學設計研究所 助理教授

Assistant Professor / Graduate School of Design

National Taiwan University of Science and Technology

**實踐大學媒體傳達設計學系 專任講師

Full Time Instructor / Department of Communications Design

Shih-Chien University

摘 要

幾乎所有的設計人員，都曾遇到缺乏靈感或者無法判斷設計傳達正確性等相關問題。設計方法學的目的，就在提供明確的步驟及方針，使設計人員即使在創新目的上有所侷限，仍可提供一個可依循的方針。因此，發展一套清楚可操作的圖形設計方法，對於設計教學具有重要的意義。然而，圖形設計包含的感性層面問題太多，要找出其中的規則性是困難的。本研究採行動研究法，利用研究過程與設計實作相結合的方式，針對藝術與設計領域中應用最廣泛的手法之一「圖形簡化」，探討其設計規則與明確的操作步驟。研究結果提出兩種具「定量」規則的圖形簡化手法，分別是：(1) 網格簡化法、(2) 間隔節點減少法，並以這兩種手法說明圖形簡化的「等距」(interval measure) 操作過程。從學理的角度，本研究說明圖形簡化被測量的可行性；從設計實務角度，這兩種手法規則，除了對設計教學具參考性，也可應用於電腦輔助圖形設計領域。

關鍵字：圖形簡化，設計教育，行動研究法，設計規則，測量

Abstract

Almost all designers experienced problems of inspiration block. Design methodology is to provide clear steps and policies to counter this problem. Developing a clear and operable graphic design method is thus significant in the design education. The present research employs action research method in discussing the design operability of graphic simplification. The research proposes that two graphic simplification techniques can be quantitatively operated: (1) Grid-simplification method, (2) Node-reduction method. The simplification methods, with their characteristics and grammatical rules, provide valuable implication to future practices in design education as well as design computation.

Keywords: graphic simplification, design education, action research, design rule, measurement

前言

「設計」在過去常被認為與感性、直覺相關，難以理性分析，直到「設計方法學（design methodology）」、「設計科學（the science of design）」（Simon，1956；Jones，1992）的概念出現後，漸漸開始以嚴謹的科學方法與微觀角度分析設計行為。雖然設計行為中仍有許多無法以科學解釋的模糊地帶，但方法學對「設計教育」來說具有很大的意義（Munari，1989；Burden，1996）。此外，隨著數位科技的發展，將分析出的方法與規則帶入電腦輔助圖形設計領域（Stiny & Mitchell，1978；Kirsch & Kirsch，1986），也成為相當重要的研究議題。

圖形設計（graphic design）方法相當多，本文以圖形設計中的「簡化手法」作為個案進行探討。過去圖形簡化的研究大多探討「次序之間的程度」變化關係（Arnheim，1969；Meyer & Laveson，1981；Ocvirk，2004），至於「程度之間的距離」卻很少被提及，如果要將設計規則帶入基礎設計教育或電腦輔助設計領域，「等距」關係的探討是必要的（許峻誠、王韋堯，2004a；2004b）。因此，研究目的在於探索圖形簡化過程，是否能以「定量」的方式進行設計操作，並從中分析規則。本研究透過行動研究法，以理論發展與設計實作相互驗證的方式進行，在行動研究中，研究者就是實踐者，在實踐中檢驗構想，並從過程中記錄與評估，以改善現有問題及累積設計知識，並提昇研究結果之精確性與應用性（Kemmis & McTaggart，1982；Swann，2002；徐秀菊主編，2004）。

文獻探討

圖形簡化之設計方法

很多人認為視覺創作難以用理性分析，但是早在文藝復興時期，達文西就提出要用科學態度學習繪畫。他認為一門真科學必須具備兩個條件：（1）以感性經驗為基礎；（2）要能像數學一樣嚴密論證。圖形以人體極精密且重要的感官－「視覺」為基礎，由於能敏捷準確地傳遞外界形象到人的知覺層面，傳達性最佳，所以是最有用的科學。他並認為在描繪結構和外表時，若是只靠印象而非「測量」，常常會出差錯，因此，達文西很早就以理性的方式對藝術/設計進行實驗（Peladan，1956）。

一直到二十世紀初，方法學開始大量運用於設計領域，例如：Osborn（1938）提出的腦力激盪法（brainstorming），用來幫助廣告創意人員發想；Zwicky（1942）提出的形態分析法（Morphological Charts）應用於火箭外型的研究；Gordon（1944）

提出的關聯法（Synectics）應用於魚雷開發（Jones，1992）。另一方面，最早提出「設計科學」一詞的諾貝爾獎得主 Simon（1956）則認為，設計是問題解決的過程，不過此類問題卻是「不良結構的（ill-structure problem）」。設計除了要解決理性的問題之外，感性也佔了很大的部分，例如「美感」就是一種包含主觀、沒有正確解答的問題。在眾多設計領域中，機械、產品或建築等設計學門顯然有較多理性與邏輯的特性可以分析，然而在圖形設計領域中，即使方法學的探討不少，但是當其應用在實際操作時，卻仍無法具體說明細部的過程與規則，設計學習者仍需依賴直覺與創意進行圖形設計。

以「圖形簡化手法」的探討為例，設計人員常會將一個物體「原本的」輪廓簡化，讓觀者更容易瞭解此物體的特性，進而加強辨識與記憶（Arnheim，1969；Bell，1991；Focillon，2001；Gombrich，1982），因此簡化手法在視覺創作上一直很重要。一般提到的簡化過程，就是從原形萃取（extract）出「主要元素」或「關係」，能使萃取出的部分代表（represent）原本事物，也就是簡化後的形能代替原形（請參考圖 1）。

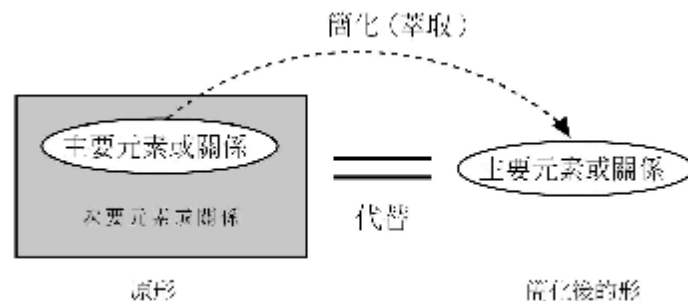


圖 1 簡化過程模型

爲了更具體說明簡化在藝術/設計的過程，許峻誠和王韋堯（2004b）從「外部視覺簡化」的角度提出簡化過程模型。如圖 2 所示，左邊是卓別林的完整形象，其中最能代表卓別林特色的主要元素是頭部的帽子和鬍子，相對來說，身體是次要元素。右邊是經簡化後的形，即使從原形中省略掉很多元素，但是因爲主要元素或關係被保留，人們仍可以從非常簡化的圖中辨識出其代表卓別林。從這個簡化過程模型的推演與說明，雖然可以解釋圖形簡化手法的原則，但是在細部的設計規則與明確的操作步驟上，仍然不夠清楚。



圖 2 以藝術/設計為例的簡化過程模型（來源：許峻誠和王韋堯，2004b）

測量理論與圖形簡化規則

測量層次對設計規則分析的影響

科學研究中的「測量尺度」有 4 種層次，包括名目(nominal)測量、程度(ordinal)測量、等距(interval)測量、等比(ratio)測量(Babbie, 2002; McBurney, 2001)。它們所代表的意義分別是：(1)類別測量：變項的屬性只具有周延性(exhaustive)和互斥性(exclusive)的特質。(2)次序測量：變項的屬性可依邏輯來「排列順序」。(3)等距測量：屬性間的實際距離可經由有意義的標準間距來表示。(4)等比測量：除了前述的所有特性外，更有一個真正的原點，即絕對零點(請參考表 1)。在這四個測量中，測量的層次越高，代表越精密的量測結果。

表 1 測量的尺度（來源：本研究）

測量的層次	範例說明
名目測量	例：性別 ♂ 男性 ♀ 女性
次序測量	例：教育程度「教育程度對你的重要性？」 非常不重要 不重要 重要 非常重要
等距測量	例：智商 95 100 105 110 115 低 高
等比測量	例：收入 0 \$ 10,000 \$ 20,000 \$ 30,000 \$ 40,000 \$ 50,000

將一個不易觀察的感性概念轉換成明確可測量的步驟如下（如圖 3）：概念化 → 名目上的定義 → 操作性定義 → 現實生活中的「測量」。圖形設計中最難分析的操作規則，可以被類比為研究中的「操作性定義」，而本研究假設：「如果可以先設計出等距簡化的圖形，那就可以反過來更清楚釐清圖形簡化的操作性定義（如圖 3 中的虛線表示）」。因為測量理論中，次序量尺意味著：一個變項（variable）的屬性可依邏輯來排列順序；等距量尺意味著：屬性間的實際距離可經由有意義的標準間距來表達，後者代表可以更精確的分析，所以若想要更明確地瞭解設計操作規則，等距圖形簡化的討論是有必要的。

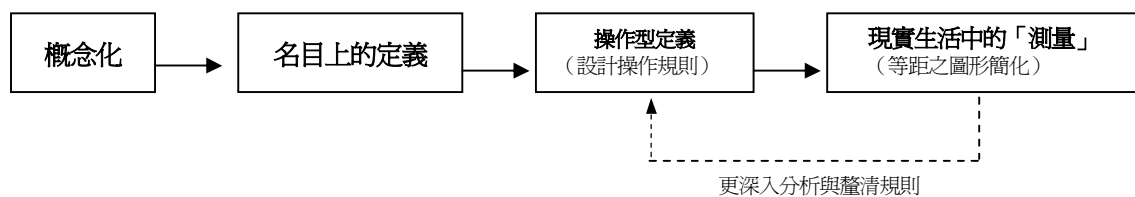


圖 3 將概念轉換成可具體測量的過程（修改自 Babbie，1998）

圖形簡化可被測量的程度

研究工具的進步讓許多不能直接觀察的「概念」得以量化探討，例如「操作性定義」讓任何概念可以被測量。近來藝術/設計領域開始了這方面的探討，例如 Chan（1994）對於建築風格的研究、Chuang & Shiau（1998）的中國明式椅風格研究都是以量化方式說明感性的「風格」概念；在圖形設計領域，許峻誠和王韋堯（2004b）採用「測量（measurement）」的概念分析圖形創作中「簡化手法」的使用模式，他們利用三角檢測原則（principles of methodological triangulation），分別從文獻檔案調查、設計軟體調查及學生實作調查等三個角度進行資料收集。首先，在檔案調查階段，整理相關「簡化」理論資料，並且收集藝術史及設計史中具有「簡化」概念的作品；第二階段則調查設計常用數位軟體之圖形簡化功能，例如：Adobe Illustrator、Macromedia Flash…等；第三階段藉由學生實作調查以瞭解簡化手法的使用現況。在資料分析上，他們從「測量」概念中的「次序和等距」兩個面向分析簡化手法。結果發現無論是文獻或實作資料，簡化手法目前都只有「次序」層次的概念，還未以定量方式作描述（如表 2）。

表 2 以測量概念看三個面向的調查結果（來源：許峻誠和王韋堯，2004b）

手法取向		感性 <————> 理性	
調查	測量	次序	等距
			數值 視覺
檔案調查	簡化理論	○	X
	藝術/設計史作品	○	X
數位工具		○	○
設計人員實作		○	○

目前「視覺等距」的探討相當缺乏，也是本研究欲釐清的重點。

註：○—有探討；X—沒有探討

在此研究中得知，從早期憑直覺的創作到現代藝術對於簡化手法的實驗，相關研究漸漸嘗試從感性轉為偏重理性的探討。此外，設計的數位化，使圖形簡化手法的創作可輕易的透過電腦輔助工具實現。然而，在學生實作階段中發現，雖然研究者要求他們必須「具體描述圖形簡化過程的細節與規則」，但結果顯示：無論學生們使用傳統或數位工具，他們能描述的設計操作僅於「憑感覺約略減少圖形細節」或者「將軟體中的控制數值減少」，其簡化手法仍偏重直覺，沒有一個人能更精確地描述「視覺等距」的方法。所謂「視覺等距」指的是「各簡化程度看起來為相等距離」的意思，目前的軟體只能透過數值來控制簡化程度，當其數值等距時，視覺上的簡化程度卻非等距呈現，這是目前數位工具的侷限。

現有的圖形簡化研究都在討論「次序」間的變化關係，至於變化之間定量的「距離」關係少被提及，許峻誠和王韋堯（2004b）認為可能的原因有三點：（1）創作行為過去一直被視為黑箱作業，難以描述操作步驟也不易用量化概念探討；（2）早期並沒有數位設計工具，所以不用考慮電腦運算中所需要的明確規則與指令；（3）過去研究方法不像現在進步，因此當時沒有適當的研究方法或工具可以分析感性的概念。不過上述所提的三點問題目前都得到了解決，因此等距圖形簡化的探討是可行的也是必要的。

簡化設計手法的構想發展

科學「實驗」的概念和藝術創造發展過程中的「嘗試」精神十分相似。Medawar（1977）曾說：「為了檢驗某種假設而採取的行動就可稱為實驗（experiment）」。在藝術/設計中，Gombrich（1982）認為實驗法（experimentation）是以一個問題為前提，並針對這個問題提出更好的解決辦法，藝術/設計家本身就是進行實驗與被檢驗

的人，這和行動研究法的精神是一致的，他們把自己腦子裡的構思交給眼睛作測量判斷，越是和傳統不同，這樣的實驗越有趣（Gombrich，1982）。

針對「圖形簡化」這個主題，現代藝術家 Cezanne、Doesburg、Picasso 和 Lichtenstein…等人都做了很多的實驗與嘗試（如圖 4）。所以，本研究以這些創作者的簡化創作實驗精神為基礎，結合具現代科學方法為依據的行動研究，以實作方式驗證本研究之假設：「利用某些具體的設計手法可以進行『等距圖形簡化』。」



圖 4a. Cezanne（1892）《牌友》 圖 4b. Doesburg（1916-17）《牌友》 圖 4c. Doesburg（1917）《牌友》

從外部簡化的角度發想簡化手法

為了讓「簡化手法」可被測量，本研究必須先提出可具體被操作的指標（indicators）。許峻誠和王韋堯（2004a）提到藝術/設計中的簡化，過去相關探討主要可以分成「內在心理機制」（Langer，1953；Worringer，1953；Arnheim，1969）與「外在視覺模仿」（Arnheim，1969；Goodman，1976；李澤厚，1987；徐書城，1993）兩種研究途徑（如表 3）。若從後者的角度來看圖形簡化，指的是：「物體從具象到簡化的視覺變化過程」，如輪廓簡化、節點減少、細節模糊…等，這些設計實務上可被具體操作方式都可以作為測量時的指標。本研究將從「外部視覺簡化」的角度建構「簡化手法」，雖然仍無法完全解釋設計與藝術中「簡化」的豐富意義，卻可以讓研究的測量結果更精確可信。有比較精確的測量結果，就可能找出細節較明確的操作性定義（operational definition），也就是圖形簡化的規則。

表 3 簡化在藝術與設計相關探討之研究途徑（修改自許峻誠和王韋堯，2004a）

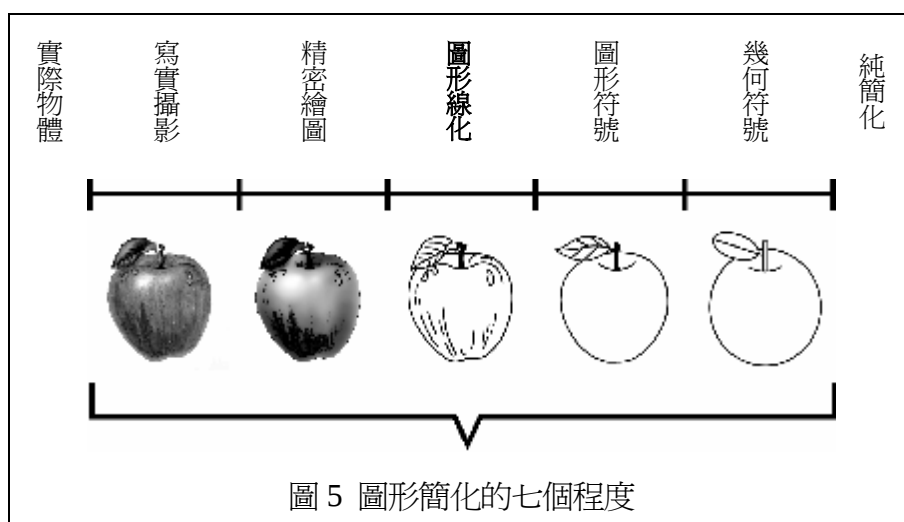
研究途徑	解釋	研究者	應用實例
內部心理機制	內在抽象的具體化	Langer（1953）、Worringer（1953）、Arnheim,（1969）…	抽象主義藝術
外部視覺簡化	外在實體的簡化	Arnheim（1969）、Goodman（1976）、李澤厚（1987）…	原始藝術

最後，本研究在行動研究過程中發展出兩種方法：「網格簡化法」和「節點減少法」。「網格簡化法」是所使用的網格比例越大，描圖時細節會越少；「節點減少法」

則是透過物體的主要輪廓線之節點數量減少使圖形簡化。接下來本文將針對這兩種定量簡化手法的樣本挑選、學理基礎以及設計實作分別做更進一步的說明。

實驗樣本的選擇與製作

爲了提高兩種簡化手法操作的一致性及易判斷性，本研究參考 Mayer & Laveson (1981) 提出的「式樣化的程度 (levels of stylization)」，並歸納了 Modley (1976)、Wileman (1993) 和 Arnheim (1969) 等人對於圖形簡化看法，整理出簡化的七個程度 (如圖 5)，分別是：實際物體 (Actual Object)、寫實攝影 (Natural Photography)、精密繪圖 (Pictorial Illustration)、圖形線化 (Line drawing)、圖形符號 (Graphic Symbol)、幾何符號 (Abstract Symbol)、純簡化 (Abstraction)。本研究原始樣本的選擇都是從寫實攝影圖 (Natural Photography) 開始，爲求探討的統一與便利，在進行設計實作前，會將所有的寫實攝影的樣本圖統一處理爲圖形線化圖 (Line drawing)，以此作爲兩種簡化手法在實作上的第一階圖形。



樣本的選擇

本研究從 Rosch, Mervis, Gray, Johnson, & Boyes-Braem (1976); Snodgrass & Vanderwart, (1980) 等人的相關研究中挑選了五個樣本，樣本挑選的原則以構造與屬性差異較大的物件爲主，分別是：陸地的哺乳類動物「大象」、飛禽類的「鳥」、水中生物類的「魚」、植物類的「花」以及人工製品「茶壺」，且各樣本都以符合典型角度 (canonical perspective) 原則呈現 (如圖 6)。

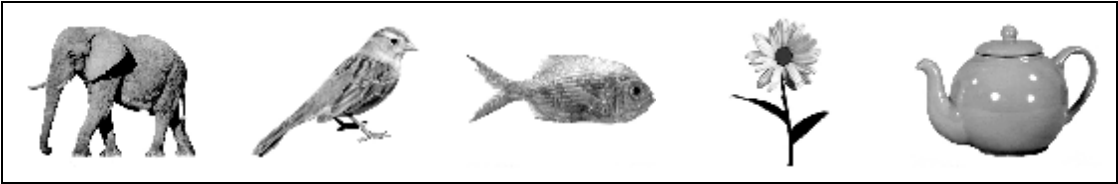


圖 6 本研究之五個樣本

樣本的繪製

爲了避免過多變數的干擾，首先必須將五個原始樣本（寫實攝影圖）經過線條化處理，轉換成圖 5 所定義的「圖形線化」，至於「色彩」因素在本研究暫不探討。線條化處理過程利用繪圖軟體的筆刷工具來描繪原始寫實照片，使精細的影像轉變爲線條圖。使用的工具是向量繪圖軟體「Adobe Illustrator10」以及「WACOM 數位筆」。在描繪原始攝影圖時，哪些部分應該被轉換爲線條？本研究將描繪的規則列於表 4：

表 4 繪製線條圖形之規則

規則描述	舉例
A. 線條保留之規則： 1. 可交代物體（object）結構、各部件邊界關係的輪廓線，如右圖以線條清楚劃分出吹風機之基本構造。部件定義之判斷，本研究主要參考 Marr 和 Nishihara（1978）從電腦運算角度提出對於物體整體與部件的結構描述方式。	
2. 物體表面具有識別性及象徵意義之紋理，有清晰可辨之線條或輪廓，如西瓜綠色外皮的黑色紋路或是右圖上方乳牛身上的斑點。 若該圖形的紋理面積小且數量多時（如象皮皺折、魚鱗、斑馬、虎、豹等動物身上特有的紋路），因描繪的面積有限，若逐一描繪細節容易使線條糊成一片，失去原本「細紋」的特質，因此僅保留局部幾個象徵性色塊或者以數條象徵性線條代替，如右圖下方複雜的象皮皺折紋理簡化爲象徵性的細條。	

B. 線條捨棄之規則： 會因光源或視度而產生不同形態變化者，略過不畫。 如： 1. 光源在物件表面產生之反射線條與亮點，如右圖光線在茶壺壺身光滑球面反射的亮點。 2. 因光源的照射或不同角度所產生的陰影，如右圖茶壺壺身下方的陰影。	
3. 部件與部件相疊產生之投影，如右圖象耳投射在身體上造成的陰影。	

等距圖形簡化手法之提出

下面就本研究所提出之兩種圖形簡化方法的「構想發展」、「設計實作說明」以及「過程觀察與檢討」三方面進行說明。

網格簡化法

構想發展

「網格簡化法」構想來自格線工具及式樣化（stylization）風格。格線工具（如圖 7）的輔助能讓繪圖或學習有規則可循（林品章，1990；Elam，2001）。設計或繪畫的初學者常利用工具（例如尺、規、網格線…等）進行規則性的繪圖，透過座標方格，可以更客觀的看到相對關係（Gombrich，1969），這種方法也廣泛的使用於書法或素描的訓練上。

另外，像素藝術（Pixel Art）（如圖 8）、織品圖樣（如圖 9）中所形成的特殊簡化（式樣化）風格也是此法的構想來源。目前流行的數位像素藝術，是在早期電腦軟體限制下而形成，而織品的圖樣也是由極小的點與線構成的特殊形式。基於「格線工具」及「式樣化風格」兩點，研究者發展出第一種方法：「網格簡化法」。



圖 7 格線工具

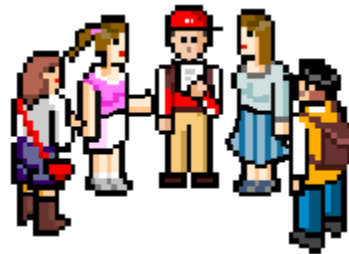


圖 8 像素藝術 (Pixel Art)

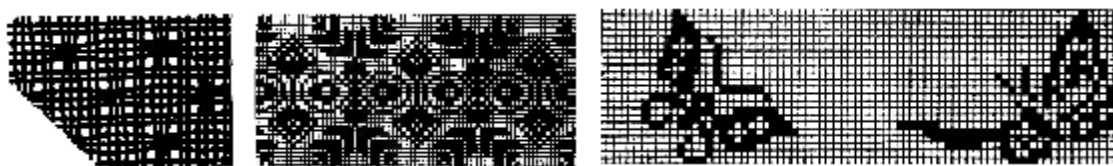


圖 9 織品圖樣

設計實作說明

(一) 簡化規則

規則 (1) — 網格單位：

將原始圖形樣本透過五種疏密程度不同之網格繪製成較簡化圖形。網格由許多基本單元「」(check box) 所組成，其分割數目每次以「2 倍數」增加，產生「1x1、2x2、4x4、8x8、12x12」五階的分割結果 (如圖 10)，當網格數目越少，簡化程度越高。

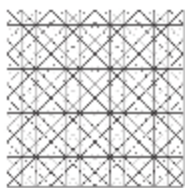
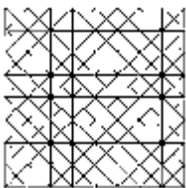
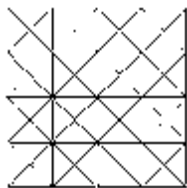
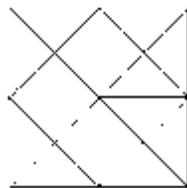
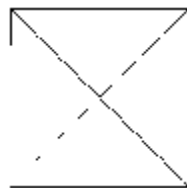
網格單位	12 x 12 簡化程度 1	8 x 8 簡化程度 2	4 x 4 簡化程度 3	2 x 2 簡化程度 4	1 x 1 簡化程度 5
五種比例之網格					

圖 10 五種不同比例之網格

規則 (2) — 原稿的大小與位置：

使用 Adobe Illustrator 軟體，將欲簡化之原稿墊在網格下方的中央位置，原稿圖形的長或寬至少一端必須頂到格線邊緣 (如圖 11 箭頭指示處)。

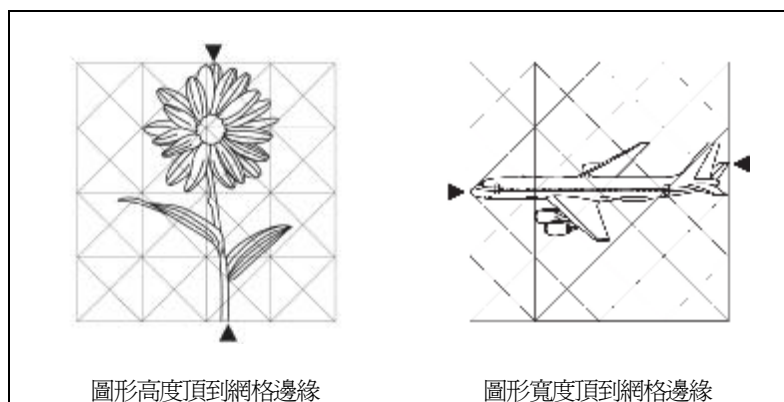


圖 11 圖形放置於網格之說明

規則（3）－有效線條之認定：

原稿線條與「網格線」或與「已繪製的線條」的交集處視為一點（如圖 12 的許多方形小點標示處），由兩個點連成一條實線（如圖中的線條）。

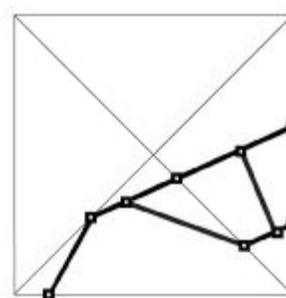


圖 12

規則（4）－無效線條之認定：

若原稿線條與網格線或與已繪製的線條「僅一端」交集（如圖 13 虛線 A）或者「沒有任何交集」（虛線 B），則此原稿線段忽略不畫；藉此規則過濾掉圖形中較短的線段。

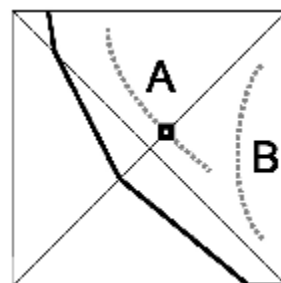


圖 13

規則（5）－圓形或弧形線段之繪製：

圓形（如圖 14 的 A 線）及弧形線段（B 線）與網格線共有兩個交集點，因此簡化後均為一直線。

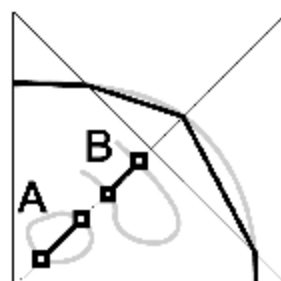


圖 14

規則（6）－簡化圖形位移後的處理：

若原稿線條與圖形的「原交集點」（如圖 15 A 點）因簡化而改變位置，則該交集點可依照原比例移到簡化後圖形之「相對位置」（B 點）上。

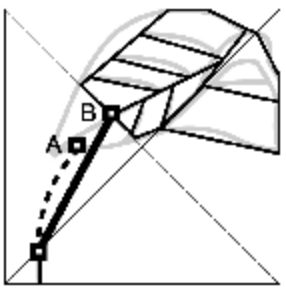


圖 15

（二）網格法之圖形簡化過程

下表 5 和圖 16 為網格「1x1、2x2、4x4、8x8、12x12」五階的簡化結果，由簡化後的圖例可以發現：當網格數目越少，圖形簡化程度越高。

表 5 五階層網格與圖形對應簡化處理之結果－大象

長 × 寬	簡化程度（1） 12 x 12	簡化程度（2） 8 x 8	簡化程度（3） 4 x 4	簡化程度（4） 2 x 2	簡化程度（5） 1 x 1
格線單位					
簡化後圖例					

手繪原稿：鳥	簡化程度（1）：12 x 12	簡化程度（2）：8 x 8	簡化程度（3）：4 x 4	簡化程度（4）：2 x 2	簡化程度（5）：1 x 1

圖 16 網格簡化法之簡化過程圖例－鳥

過程觀察與檢討

1. 線段越短，越容易被省略；較長線段因為與「網格線」或與「已繪製的線條」

交集的機會較多，容易被保留下來。以表 5 的象為例，表現物體質感或皮膚皺折之處的短線最早被淘汰，而線段較長、形態較封閉的輪廓線則被保留下來。

2. 若將圖形的各構造視為獨立單位個別簡化，較能保留圖形簡化後的相對位置。如圖 17，過程中發現圖形若分為兩大部分描繪：(1) 總輪廓線與 (2) 內部線條，將有助於保持物件簡化時的完整性。圖 17 (b) 花朵將各花瓣視為獨立單位逐一簡化而，圖 17(c) 的花朵則從外圍輪廓線開始簡化，最大的差異在於花朵 (b) 保留了各「花瓣」獨立的特質，不至於融成一片。

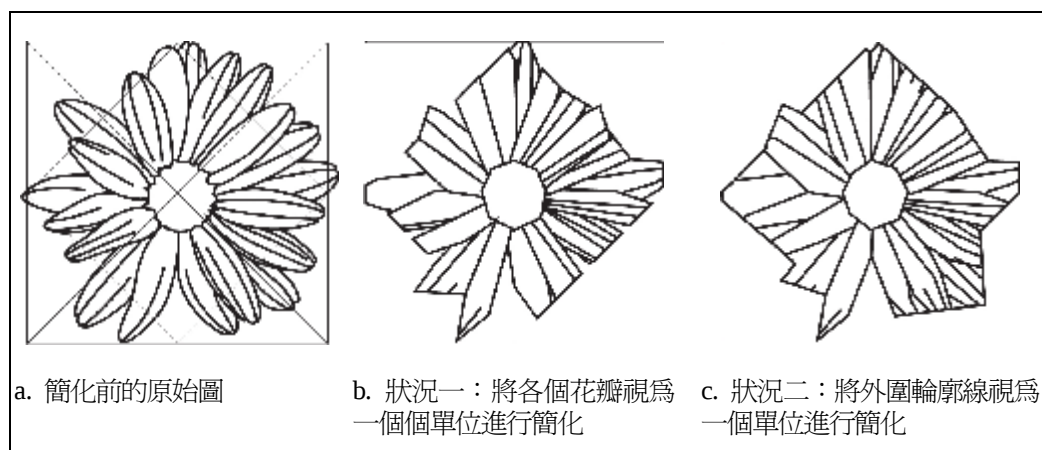


圖 17 簡化的兩種狀況

間隔節點減少法

構想發展

「間隔節點減少法」的概念來自於格式塔心理學和物體辨識理論的相關研究。人類的視覺具有將點與點之間連成一直線的傾向，例如各星座的產生即是人們善用這種能力的聯想結果。這方面格式塔理論曾做過許多相關探討 (Arnheim, 1974; 雷圭元, 1984)。此外，物體辨識理論也有很多關於點與形之間的探討，例如 Attneave (1954)、Snodgrass & Vanderwart (1980) 和 Lowe (1984) …等學者先後利用「貓」圖形的辨識實驗作探索 (如圖 18)，Biederman (1988) 後來利用了上述學者們研究曾用過的貓圖片樣本中的 6 張作實驗，其中左邊 3 張是比較接近寫實 (不同角度及動作)；而右邊 3 張則比較簡化 (將重要的轉折點利用直線連起來，因此沒有弧線)。結果發現，如圖 18F 的貓，即使經過大量的節點減少，人們還是可以正確的辨識出該圖形代表的是貓。

然而，上述實驗圖形的節點均由研究者主觀地選擇刪除或保留，缺乏等距或規則性的基礎，而且並非從設計角度作探討，因此難以在設計教學上提供可操作性的

建議，也不易提供具參考性之規則於電腦輔助設計領域。不過這些研究激發了本創作實驗第二個方法「間隔節點減少法」靈感。

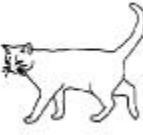
	A	B	C	D	E	F
						
受測人數	689	697	714	1078	939	845
錯誤率	(0)	(0)	(0)	(17)	(39)	(42)

圖 18 不同「貓」圖形的辨識率實驗

設計實作說明

(一) 簡化規則

規則(1) — 起始圖形的產生：

間隔節點減少法的起始圖形，以「網格簡化法」第一階長寬比 12x12 的網格所繪製，使各物件原始圖形的節點數（圖形線條與網格交會的點）能有統一計算標準。本法採用間隔的方式刪除節點，以達簡化效果（如圖 19）。

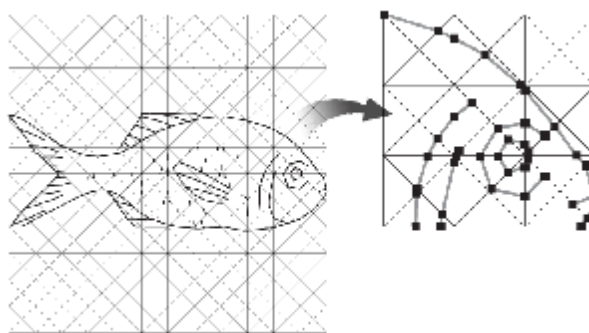
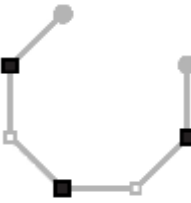
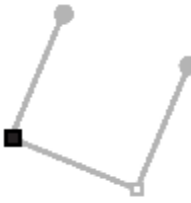
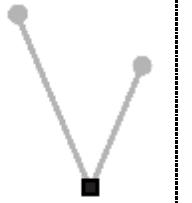
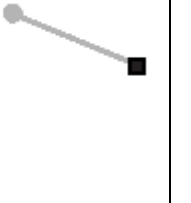


圖 19 取自網格簡化法 12x12 繪製的圖形樣本

規則(2) — 間隔的刪除節點：

圖形內每一條線段視為一個獨立簡化單位。採用間隔的方式刪除節點（如表 6 的簡化步驟），除非線段最後只剩下起訖兩個節點（簡化步驟 4），否則起訖點不被計算為可刪除之節點。舉例來說，表 6 簡化步驟(2)中，依照「間隔」的算法，應該有 2 個被刪除的節點，但是因為第 2 個節點落在線段起訖點上，所以略過。

表 6 節點減少的步驟

間隔刪除節點示意	步驟 (1)	→	步驟 (2)	→	步驟 (3)	→	步驟 (4)
	 原始數量：7 點		 4 點		 3 點		 2 點
說明	※因第 2 個節點為線段起訖點，不能刪除，所以只刪除了 1 個節點。						※到了這個階段，「線」已經不存在了。

●：線段起訖點 □：線段上的節點 ■：欲刪除的節點

(二) 節點法之圖形簡化過程

圖 20 和圖 21 為間隔節點簡化法的五階圖形，在這兩個圖例中可以發現，當所含節點數量越少，圖形簡化程度越高。

原始線稿	簡化程度 (1)	簡化程度 (2)	簡化程度 (3)	簡化程度 (4)
				

圖 20 「魚」的間隔節點簡化過程

原始線稿	簡化程度 (1)	簡化程度 (2)	簡化程度 (3)	簡化程度 (4)
				

圖 21 「鳥」的間隔節點簡化過程

過程觀察與檢討

- 如圖 22，線段的弧度越複雜，所含的節點數量相對越多，因此簡化的步驟越多；反之，線段的弧度越小，越容易在簡化的初期步驟被省略掉。

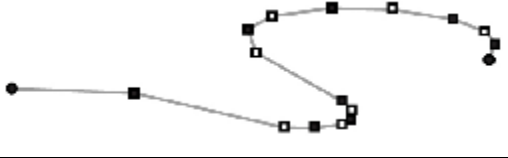
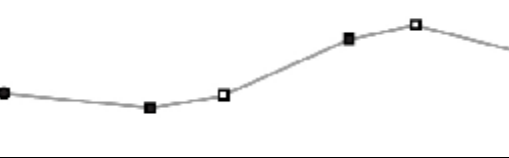
(1) 弧度較複雜：含 17 個節點	(2) 弧度較單純：含 6 個節點
	
●：線段起訖點 □：線段上的節點 ■：欲刪除的節點	

圖 22 線段弧度與其所含節點數之關係

2. 在封閉的形狀中可任意選擇起點，但有時起點的選擇會影響到圖形簡化結果，尤其在節點數越少時影響越顯著。以圖 23 為例，魚形共有 8 個節點，以 A、B 表示相鄰的間隔點，當選擇不同的起始點會產生兩種狀況。狀況（1）：若以 A 做為起始點，則每間隔一節點減少後的圖形會接近梯形（圖 23a）；狀況（2）：若以 B 做為起始點，則每間隔一節點減少後的圖形為尖銳的四邊形（圖 23b）。不過前面曾提到，只有在節點數極少時會有這樣顯著的影響。

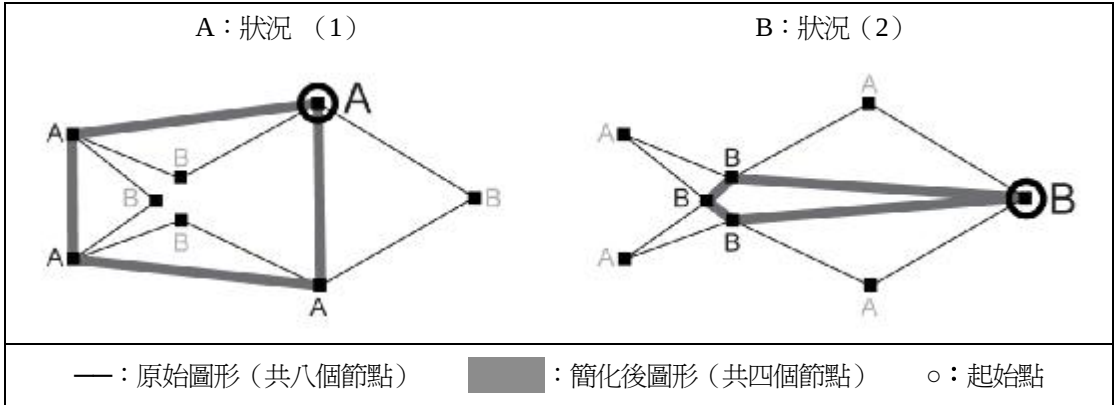


圖 23 不同起始點的兩個可能簡化結果

結論

藝術與設計最大的差別在於：設計除了講求美感還具有目的與計畫性。對於設計教育、實務設計或者電腦輔助圖形設計來說，一套規則及步驟明確的設計方法有助於提升設計成效，也能評估最終結果以降低傳達時的誤差。然而，圖形設計所佔的感性層面問題太多，其規則的分析是困難的。

本研究採行動研究法，利用研究過程與設計實作相結合的方式分析圖形簡化的設計規則。研究提出兩種具「定量」概念的圖形簡化手法（如表 7），分別是：（1）網格簡化法、（2）間隔節點減少法。

表 7 兩種「等距圖形簡化手法」的比較（來源：本研究）

圖形簡化手法名稱	構想來源與學理基礎	（定量）設計操作說明
網格簡化法	1. 格線工具在教學上的應用 2. 像素藝術（Pixel Art）、織品圖樣	網格尺寸加大，圖形越簡化
節點減少法	1. 格式塔心理學 2. 物體辨識理論	節點數量變少，圖形越簡化

藉由這兩種簡化手法的實驗，證明圖形簡化可以被理性的設計操作。從學理角度，本研究說明圖形簡化是可被等距測量的；從設計實務角度，所提出的規則希望提供「設計教學」上的參考，也能作為未來「電腦輔助圖形設計」應用上的框架。

先前曾提到「簡化」的探討可以分成「外在視覺簡化」和「內在心理機制」兩種研究途徑，本研究僅就外在視覺簡化進行探討，主要是為了方便說明設計步驟與規則，讓分析結果更精確可信。由於這只是初步探討，本文並不企圖完全解釋設計與藝術中「簡化」的豐富意義。

後續研究可以從內在心理機制這個部分深入探討，例如從觀者的角度研究各種簡化手法的優缺點。此外，也可以探討圖形簡化程度與觀者認知、偏好之間的關係，例如圖形轉折點的數量如何影響視覺辨識率，經由明確的設計操作與認知實驗的分析，提出一個可量化描述、更客觀的值，讓設計師進行決策時有依據可遵循，以彌補視覺設計行為因直覺與感性而可能產生的誤差。

引用文獻

中文部分：

- 林品章（1990）。**基礎設計教育**。台北：藝術家出版社。
- 李澤厚（2003）。**美學三書。美學歷程**。天津市：天津社會科學院出版社。
- 徐書城（1993）。**繪畫美學**。台北：五南出版社。
- 許峻誠和王韋堯（2004a）。視覺設計與藝術中的抽象化。發表於**設計的歷史、風格詮釋國際學術研討會**。114-122。台灣：中原大學。
- 許峻誠和王韋堯（2004b）。視覺抽象化手法在數位與傳統媒材之使用。發表於**數位朋比—台灣數位藝術國際研討會**。73-82。台灣：國立交通大學。
- 徐秀菊主編（2004）。**藝術領域的課程設計與實踐**。花蓮：國立花蓮師範學院。
- 雷圭元（1984）。**新圖案學**。台北：台灣商務印書館。

英文部分：

- Arnheim, R. (1969). *Visual thinking*. Berkeley: University of California Press.
- Arnheim, R. (1974). *Art and Visual Perception: A Psychology of the Creative Eye*. Berkeley: University of California Press.
- Babbie, E. (2002). *The basics of social research* (2 ed.), CA: Wadsworth.
- Biederman, I. (1987). Recognition-by-Components: A Theory of Human Image Understanding. *Psychological Review*, 94, 115-147.
- Biederman, I. (1988). Aspects and extensions of a theory of human image understanding. In Z. W. Pylyshyn (Ed.), *Computational Processes in Human Vision: An Interdisciplinary Perspective* (pp. 371-428). Norwood: NJ: Ablex.
- Chan, C. S. (1994). Operational definitions of style. *Environment and Planning B: Planning & Design*, 21(2), 223-246.
- Chuang, M. C., & Shiau, K. A. (1998). A study of style recognition and the operation of products in which Ming-style chairs are used as examples. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 25(6), 837- 848.
- Elam, Kimberly (2001). *Grid systems*. Princeton Architectural press.
- Gombrich, E. H. (1969). *Art and illusion: a study in the psychology of pictorial representation*. Princeton, N.J.: Princeton University Press.

- Gombrich, E. H. (1982). *The image & the eye*. London: Phaidon Press Ltd.
- Goodman, N. (1976). *Languages of art: an approach to a theory of symbols* (2 ed.). Indianapolis: Hackett.
- Jones, J. C. (1992). *Design Methods* (2 ed.). New York: Van Nostrand Reinhold.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (Eds.). (1988). *The action research planner* (3 ed.). Victoria: Deakin University.
- Langer, S. K. (1953). *Feeling and form: a theory of art developed from philosophy in a new key*. NY: Scribner.
- Marr, D. & Nishihara, H. K. (1978). *Representation and recognition of three dimensional shapes*. Paper presented at the Proceedings of the Royal Society of London, Series B.
- McBurney, D. H. (2001). *Research Methods*. Australia: Wadsworth.
- Meyer & Laveson, 1981, An Experience Judgement Approach to Tactical Flight Training. *Paper presented at the Proceedings of the Human Factors Society-25th Annual Meeting*.
- Modley, R. (1976). *Handbook of Pictorial Symbols*. New York: Dover Press.
- Ocvirk, O. G., Stinson, R. E., Wigg, P. R., Bone, R. O., & Cayton, D. L. (1997). *Art Fundamentals: Theory and Practice*, NY: McGraw-Hill.
- Peladan, Josephin editor. (1956). *Treatise on Painting by Leonardo da Vinci*. (P. McMahon, Trans.), Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- Rosch, E., Mervis, C. B., Gray, W. D., Johnson, D. M., & Boyes-Braem, P. (1976). Basic Objects in Natural Categories. *Cognitive Psychology*, 8, 382-439.
- Wileman, R. E. (1993). *Visual Communication*. New Jersey: Englewood Cliffs.
- Swann, C. (2002). Action Research and the Practice of Design. *Design Issues*, 18(2), 49-61.
- Snodgrass, J. G., & Vanderwart, M. (1980). A set of 260 pictures: Norms for naming agreement, image agreement, familiarity and visual complexity. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 6, 174-215.
- Worringer, W. (1953). *Abstraction and empathy: a contribution to the psychology of style*(*Abstraktion und Einfühlung*) (M. Bullock, Trans.). N.Y.: International Universities Press.