

圖形外形特徵數量與簡化程度之認知研究

許峻誠* 王韋堯**

* 國立交通大學傳播與科技學系
chuncheng@mail.nctu.edu.tw

** 國立台灣科技大學設計研究所
wyw@mail.ntust.edu.tw

摘 要

簡化一直是視覺設計上很重要的手法，設計師常利用簡化手法從對象物的眾多訊息中萃取重要特徵。藝術學、完形學派以及認知心理學的研究都認為簡化圖形的簡潔與抽象性，有利於記憶或提取。人對於圖形簡化程度的認知受到外形特徵數量的影響，然而，過去的研究並未明確定義兩者之間的關係。因此本研究主要目的有兩點：（1）從圖形外形特徵數量預測觀者對簡化程度的認知；（2）討論圖形簡化程度與觀者偏好之間的關係。

本研究以 108 個外形特徵數量定義明確的線條圖形為受測樣本，請 60 名受測者針對這些圖形的簡化程度做李克式量表評估，以瞭解觀者對於這 108 個圖形的簡化程度認知。所得數據利用迴歸分析，可得到圖形簡化程度之迴歸方程式為 $4.724 - 0.005$ （整體節點量） $- 0.131$ （部件元素量）。

此外，本研究也利用迴歸分析，從圖形簡化程度預測觀者偏好。若將設計和非設計背景人士之偏好分開來做探討，結果會發現設計人士的偏好與簡化程度之間的關係呈現「倒 U 型」曲線；非設計人士則是偏好越完整且細節較多的圖形，因此偏好與簡化程度呈現「直線」的負相關。

本研究提出明確的簡作操作與數值並不試圖取代設計的創意性，而是希望透過這些預測方法提供設計師評估圖形簡化時的參考與建議。此外，本研究也希望能夠作為未來電腦輔助圖形應用或者圖形簡化測量的基礎。

關鍵詞：圖形設計、簡化程度、外形特徵、偏好、操作型定義

論文引用：許峻誠、王韋堯（2010）。圖形外形特徵數量與簡化程度之認知研究。《設計學報》，15（3），87-105。

一、前言

「簡化」原則在藝術和設計領域相當重要，只要是對某個具象物進行描繪，不論其再現（representation）結果的寫實程度如何，都帶有「簡化」的意味（Bell, 1949）。設計師常使用簡化手法對物體進行描繪與設計，物體從具象到完全的簡化過程可以產生無限多種的再現形式。完形學派和許多藝術心理學者都認為簡化圖形的簡潔與抽象性，非常便於儲存或提取（Gombrich, 1982; Arnheim, 1969; 1974）。

此外，許多實證研究也發現經由適當簡化的圖形，其辨識性上比寫實照片佳，無論是物體或者臉部的辨識研究都有類似的結果（Mauro & Kubovy, 1992; Fraisse & Elkin, 1963; Ryan & Schwartz, 1956）。然而，這些研究尚未能明確定義何謂「適當的圖形簡化」。

Ryan 與 Schwartz（1956）比較 4 種圖形再現模式的辨識，如圖 1，結果發現卡通線條圖（D）的辨識性要比攝影照片（A）或素描（B）要來的好；而精緻線條圖（C）的表現是最差的，不過該研究並未說明（C）和（D）同樣都是經過簡化的線條圖，但是兩者在簡化程度或特徵上的差異為何。Avital 和 Cupchik（1998）、Biederman（1987）和 Berlyne（1974）都曾提到觀者對於簡化（複雜）程度的感知和視覺元素數量有關，因此本研究嘗試從這個方向對於線條圖形的簡化程度做探討。

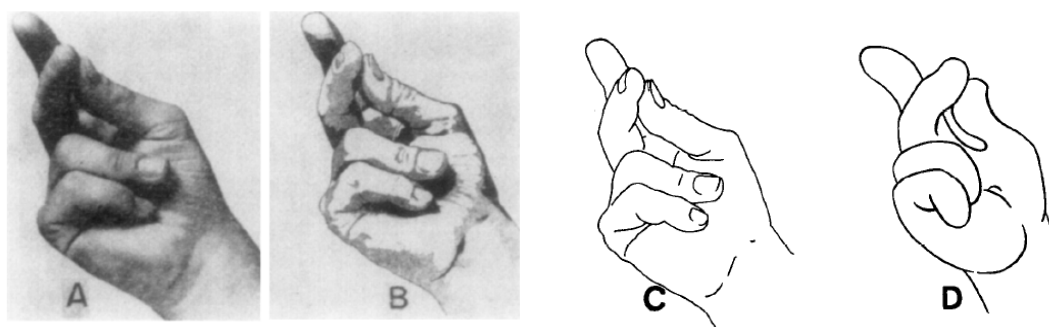


圖 1. 手的 4 種再現模式（Ryan & Schwartz, 1956, p. 66.）

本研究主要分成兩個部分，第一個部分以實驗法調查圖形外形特徵與簡化程度認知之間的關係，並以迴歸分析從外形節點數量與部件數量預測簡化程度值，以作為圖形簡化程度的操作型定義。第二個部分則是將上述 108 張圖形的簡化程度認知之結果，與許峻誠和王韋堯（2009）對於相同的 108 張圖形的偏好調查資料做交叉分析，從中瞭解不同簡化程度的圖形與觀者偏好之間的關係。研究結果希望能提出更具體測量圖形簡化程度的方法，也希望能作為往後相關研究在簡化操作與測量上的基礎。

二、文獻回顧

2-1 圖形簡化的測量與操作型定義

測量（measurement）是以一定的法則，針對事物屬性進行數量化的描述過程。由於事物屬性能被數量化描述的程度不盡相同，因此產生了不同的測量層次（measurement levels）。一般來說，測量從低級到高級可分為四種層次：類別測量、次序測量、等距測量、等比測量。在這四個測量中，越後面代表測量的層次越高，其量測的結果越精確（Babbie, 2002; Cooper & Schindler, 2003）。

科學研究中，將一個「不易觀察的感性（抽象）概念」轉換成「明確可測量的具體步驟」，其過程為：（1）概念化；（2）名目上的定義；（3）操作型定義；（4）現實生活中的「測量」（Babbie, 2002），如下圖 2。

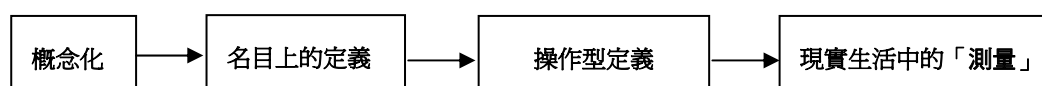


圖 2. 從一個不易觀察的感性概念，轉換成具體測量的過程（Babbie, 2002）

「操作型定義」是讓抽象概念都可以被測量的科學方式 (Gerrig & Zimbardo, 2008; Goodwin, 1995)。心理學有許多相關的研究讓許多不能直接被觀察的「概念」得以量化探討，例如 Palmer、Rosch 與 Chase (1981) 對於物體有沒有「典型角度」(canonical perspective) 這個概念進行實驗，並以量化的結果說明「典型角度」的操作型定義。雖然創意概念很難量測，但是現今科學研究則強調藉由適當的工具與方法，就能測量任何事物 (Babbie, 2002)。近來藝術與設計領域也許多關於這方面的探討，例如 Chan (1994; 2000) 針對建築風格概念的測量、Chuang 和 Shiau (1998) 的中國明式椅設計風格操作，都是從外形特徵與觀者認知的交叉分析中，將感性的「風格」概念轉換成明確的操作步驟（操作型定義）以及視覺元素可被測量的性質，這些研究利用了心理實驗法、MDS、口語分析法...等方法進行分析，如表 1。因此，本研究也利用這樣的方式進行圖形簡化程度的操作與測量。如圖 3 所示，本研究將利用觀者對於簡化程度的認知，與外形特徵的數量進行相關性分析與迴歸分析，從中探討「圖形簡化程度」的操作型定義。

表 1. 抽象概念的操作型定義之研究

作者 (年代)	研究主題	方法
Rosch、Mervis、Gray、Johnson 和 Boyes-Braem (1976)	「基本類別」概念的操作型定義	實驗法
Palmer、Rosch 和 Chase (1981)	「典型角度」概念的操作型定義	實驗法
Chan (1994)	「建築風格」概念的操作型定義	實驗法、口語分析法
Chuang 和 Shiau (1998)	「中國明式椅風格」的設計操作	MDS、實驗法

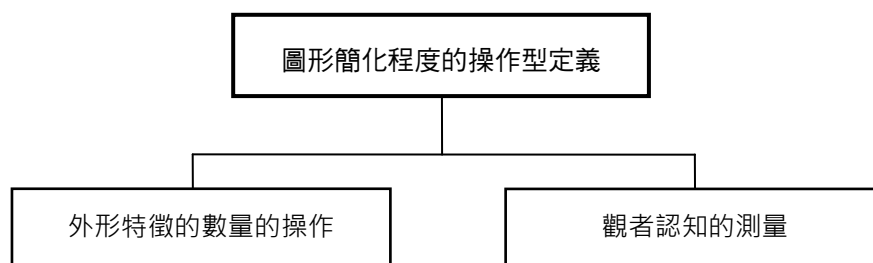


圖 3. 圖形簡化程度的操作型定義

2-2 圖形外形特徵的量化描述

關於圖形外形特徵數量與觀者認知之間的關係，Berlyne (1974) 曾提出一個複雜程度與偏好的「倒 U 曲線」，如下圖 4 所示，以複雜度為橫軸，觀者偏好為縱軸作圖，會得到一個倒 U 字型的曲線，意即隨著圖形複雜度增加，觀者偏好也會隨之增加到最大值；接著隨著複雜度再增加，偏好反而下降。他認為觀者大多較偏好適度簡化的圖形；而不偏好過於簡化或者過於複雜的圖形；後來張文智和衛萬里 (2005) 對於商標設計的評估也得到類似的結果。然而 McDougall 和 Reppa (2008) 的研究則發現觀者偏好簡單的圖形而非複雜的。不過上述研究都沒有將具設計訓練背景人士和一般人分開討論並比較，因此本研究也會針對這個部分做探討。

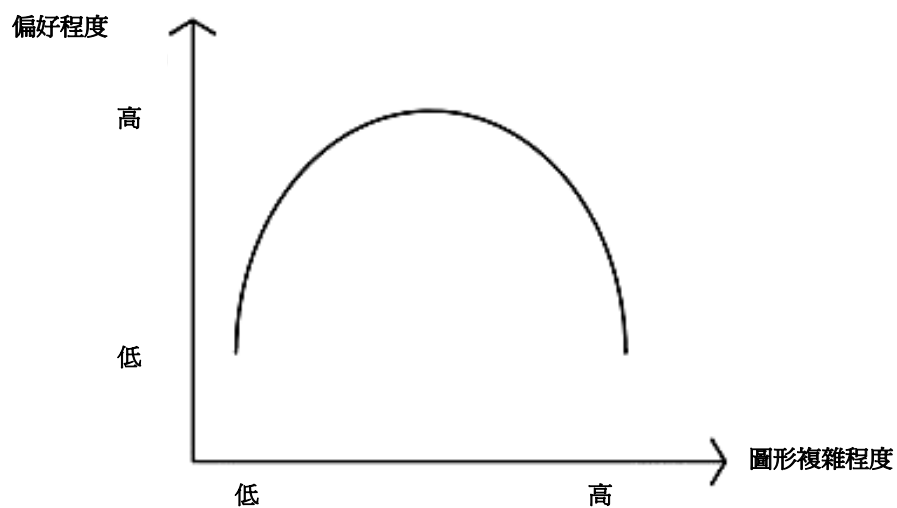


圖 4. 偏好和圖形複雜程度的關係曲線

圖形簡化設計常使用兩種模式，分別是「整體形狀之萃取」和「部件特徵之萃取」，請參考圖 5 與圖 6，而且在實際設計上，兩者經常是混合使用的（Wang & Hsu, 2007；王韋堯、許峻誠，2006）。

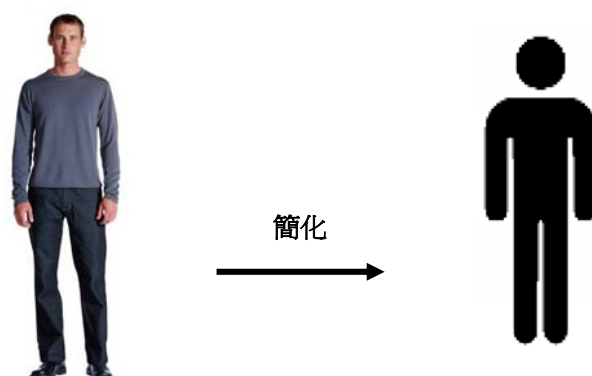


圖 5. 整體形狀之萃取

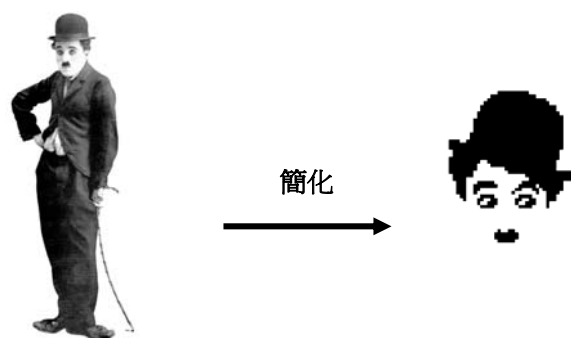


圖 6. 部件特徵萃取

許峻誠（2007）基於過去的相關研究（Eysenck & Keane, 2005; Goldstein, 2007; Biederman, 1987; Gombrich, 1969; Attneave, 1954; Wang & Hsu, 2007；王韋堯、許峻誠，2006），提出可量化操弄的兩種圖形簡化手法，分別是「整體節點減少法」與「部件元素減少法」。前者利用圖形重要轉折節點的數量做計算，如圖 7；後者則是計算部件元素的數量，如圖 8。本研究將以此作為外形特徵的量化描述的基礎。

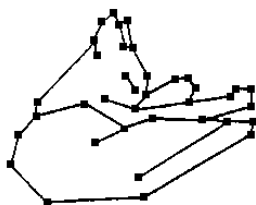


圖 7. 整體節點（來源：Attneave, 1954, p. 185）

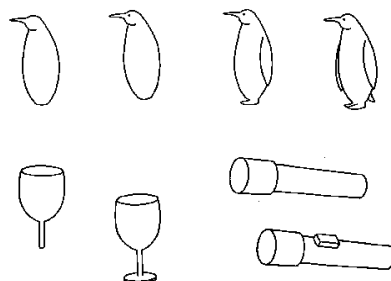


圖 8. 部件元素（來源：Biederman, 1987, p. 131）

三、圖形「簡化程度」之認知實驗

3-1 實驗設計

本實驗以「簡化手法 9 種組合」為自變項，如圖 9；「簡化程度認知」為應變項，探討外形特徵數量和簡化程度認知的關係。

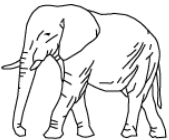
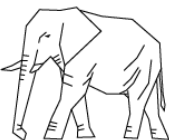
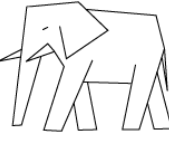
		部件元素量		
		高 (12)	中 (6)	低 (3)
整體節點量	高	 A (392)	 D (146)	 G (105)
	中	 B (141)	 E (58)	 H (40)
	低	 C (40)	 F (19)	 I (11)

圖 9. 透過九種簡化手法產生之「大象」圖形

「簡化手法 9 種組合」的定義說明如下：（1）以整體節點量而言，分成高、中、低 3 個水準；（2）部件元素量而言，分成高、中、低 3 個水準，因此樣本設計從「整體節點量×部件元素量（3×3）」共產生 9 種簡化手法組合，其組合之代號為：A：高節點量和高部件量、B：中節點量和高部件量、C：低節點量和高部件量、D：高節點量和中部件量、E：中節點量和中部件量、F：低節點量和中部件量、G：高節點量和低部件量、H：中節點量和低部件量、I：低節點量和低部件量。如下圖 9，部件元素量欄位「高、中、低」的括弧內之數字是代表此三欄下圖形所具有之部件數量；各圖形旁的英文字母為簡化手法組合之代號，括弧內之數字為該圖形之節點數量。

3-2 實驗圖形樣本

本實驗使用的 108 個線條圖形樣本取自於許峻誠（2007）的研究，這些圖形樣本皆依照規則繪製而成。該研究基於過去物體辨識的相關研究，挑選實驗圖形樣本的標準有以下幾點（Alario & Ferrand, 1999; Biederman, 1987; McDougall et al., 1999; Palmer, Rosch & Chase, 1981; Rosch, 1978; Rosch et al., 1976; Rosch, 1973; Snodgrass & Vanderwart, 1980; Wang & Huang, 2002; 舒華、程元善、張厚粲, 1989）：（1）挑選辨識正確率高的物體，以避免受試者因為對物體熟悉度不同而影響實驗結果；（2）挑選物體的「典型角度」作為樣本繪製的標準，以避免「角度」因素影響實驗結果。各物體典型角度的定義參考過去相關研究（Palmer et al., 1981; Rosch et al., 1976），並與 8 名專業設計師共同挑選出最典型角度的原始影像；（3）外形不能太接近幾何形或簡單形的物體，例如球、箱子或者圓形水果等物體，因為本身形狀特性不適合再簡化（Biederman, 1987）；（4）因為日常生活的物體太多，而「基層類別」（basic level）是一般人最常提及的物體階層，也是過去相關研究實驗最常用的類別層級，所以本研究從 Rosch 等人（1976）與 Snodgrass 和 Vanderwart（1980）研究所定義的基層物體作為挑選來源。

圖形之部件定義，是與 8 名專業設計師共同討論。理論基礎如下：Tversky 和 Hemenway（1984）和 Tversky（1989）經由實驗提出部件對於辨識很重要。他們對「部件」的定義如下：「部件在物體結構中，具有（1）可分離性；（2）語意或功能的獨立性。」此外，Biederman（1987）指出通常成對的部件（如蝴蝶翅膀、象與鳥的腳）以及頭部面積較小部件（如魚鰭、象尾、鳥腳）較不重要，可優先簡化；此外，最重要的部件多集中在動物頭部或物體發揮功能之處（如茶壺的壺嘴與把手）。因此，簡化步驟是將幾何子逐一減少，減少的先後順序以（1）較不重要，以及（2）面積較小的元素先刪除。

最後實驗共挑選 12 個物體做為樣本，分別是花、蝴蝶、魚、鳥、大象、長頸鹿、茶壺、吹風機、飛機、手槍、鋼琴、直昇機。因此從 12 個物體和 9 種簡化手法組合，共產生了 108 個圖形的實驗樣本，如圖 10。

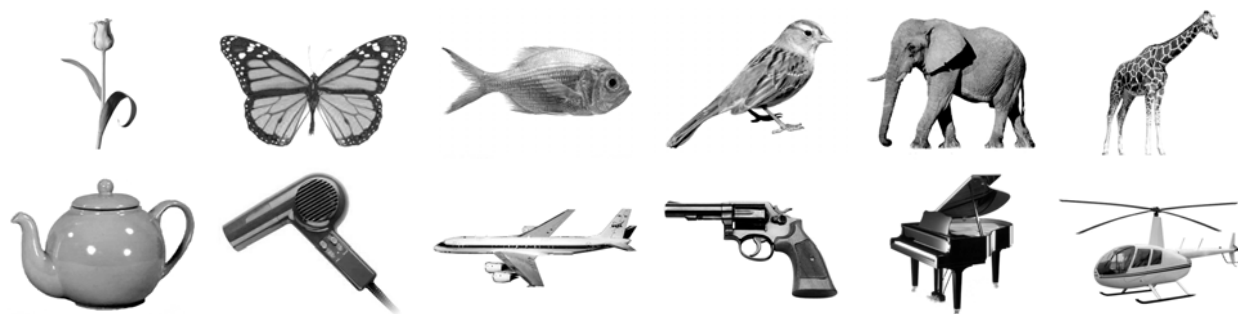


圖 10. 本實驗圖形樣本之原始物體影像

3-3 實驗設備與工具

本研究使用 17 吋螢幕之桌上型電腦，並以 Flash 軟體編輯圖形樣本順序。受試者以 5 格李克式問卷量表回答對圖形「簡化程度」的認知，量表參考過去相關研究（Alario & Ferrand, 1999; Snodgrass & Vanderwart, 1980; Wang & Huang, 2002），1 代表「非常不簡化」；5 代表「非常簡化」。正式實驗前，研究者先找 5 位受試者進行預測，54 題（54 個圖形）大約花費他們 20 分鐘左右的時間。

3-4 受試者

共 60 位受試者參與本實驗，男性 26 人；女性 34 人；其中具有設計背景 37 人；非設計背景 23 人。在本研究中，受過 3 年以上設計教育的人，則視為設計背景人士。受試者平均年齡為 21.22 歲，範圍介於 18 到 25 歲之間。每位受試者矯正視力皆在 0.8 以上。

3-5 實驗程序

1. 整個實驗進行步驟如表 2。實驗會在電腦螢幕上依亂數逐一呈現 54 張物體圖形樣本，請受試者進行每張圖片「簡化程度」的評估。
2. 本研究要求受試者針對圖形外形與線條細節的簡化程度作答，而不要以該物體在真實世界的印象做為評分標準。受試者針對出現的圖形在 5 格式的李克式量表進行評比。電腦螢幕會預先顯示出 30 張圖，讓受試者進行正式實驗開始前，在心中先產生評分標準。
3. 本研究先邀請 5 名受試者進行預測（pilot test）。由受試者的反應中，發現有些實驗過程不清楚，因此在電腦畫面以及問卷開頭加入文字說明。研究者也會在受試者進行實驗前輔以口頭說明，使受試者更清楚該評估項目的意義，以便正式進行問卷評估。
4. 每位受試作答時間大約 20 分鐘；填寫評量問卷的過程中，若受試者遇到硬體或電腦操作等問題，研究者會在旁協助處理。
5. 實驗過程中，受試者需觀看電腦螢幕所顯示的圖形後作答，因此實驗環境選擇在安靜的電腦教室進行，盡量將影響受測者作答的外在干擾因素（例如光線、噪音...等）降到最低。

表 1. 實驗流程說明

實驗流程畫面	說明
	實驗指導語： 實驗進行前會先請受試者在紙張問卷上填寫基本資料，並說明實驗目的及過程。

表 2. 實驗流程說明（續）

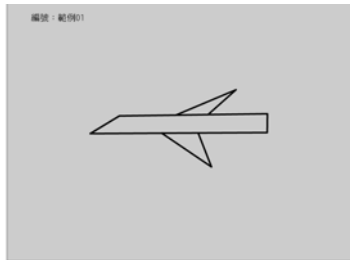
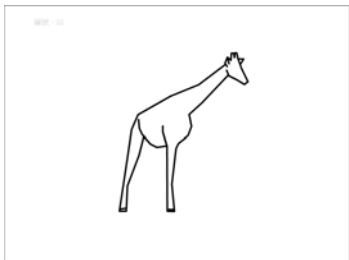
實驗流程畫面	說明
	實驗指導語： 實驗進行前會先請受試者在紙張問卷上填寫基本資料，並說明實驗目的及過程。
	實驗操作練習： 讓受試者熟悉實驗過程。此練習和正試實驗過程相同，但是使用不同的圖形。
	出現練習圖形：電腦螢幕會預先顯示出 30 張圖，讓受試者在正式實驗開始前，在心中先產生評分標準。
	寫下對剛才圖形的簡化程度認知。
	提示正式實驗即將開始！
	正式實驗開始： 按下開始鍵後正式進行實驗，共進行 54 題之圖形評估。

表 2. 實驗流程說明（續）

實驗流程畫面	說明
	以 5 格李克氏量表寫下對此圖形的簡化程度。
	實驗結束。

3-6 資料分析

本實驗以「簡化程度」為應變項，視覺感受越簡化的圖形，代表其簡化程度越高，因此得到的數值愈高（5 分）；越不簡化（細節越多）的圖形，其得到的數值愈低（1 分）。我們將受試者評估完成的資料，利用 Microsoft Excel 軟體做初步的統計工作，然後，將所收集的實驗數據在 SPSS13.0 統計軟體進行描述性統計、重覆測量變異數分析、Pearson 相關分析以及迴歸分析。

3-7 研究結果

從表 3 實驗統計輸出結果，首先可以看自變項（簡化手法 9 種組合）各個水準的簡化程度認知的平均數和標準差。

表 3. 「簡化程度認知」之描述統計

簡化手法9種組合	個數	平均數	標準差
A：高節點量和高部件量	341	1.87	1.10
B：中節點量和高部件量	341	2.74	1.13
C：低節點量和高部件量	341	3.49	1.03
D：高節點量和中部件量	341	2.87	1.13
E：中節點量和中部件量	341	3.62	0.92
F：低節點量和中部件量	341	4.13	0.89
G：高節點量和低部件量	341	3.77	0.90
H：中節點量和低部件量	341	4.23	0.80
I：低節點量和低部件量	341	4.62	0.73

接著進行重覆測量變異數分析 (repeated measures ANOVA)，每種簡化手法組合被評估 341 次，其中有 19 次的無效資料。結果發現「簡化手法 9 種組合」的 F 值為 340.945 ($p < 0.001$)，因此 9 種簡化手法組合對於簡化程度的評估具有影響，如表 4。

表 4. 圖形簡化手法 9 種組合之重覆測量變異數分析摘要表

受試內	平方和	自由度	均方	F 值	效果值	檢定力
簡化手法 9 種組合	2023.248	8	252.906	340.945 **	.501	1.000
誤差	2017.641	2720	.742			

* : $p < 0.01$; ** : $p < 0.001$

單純主效果檢定結果顯著後，進一步由 LSD 法的事後比較，可以發現「簡化手法 9 種組合」對於受試者認知簡化程度的差異，可分成 6 個群組，從非常不簡化到非常簡化的排序如下表 5 所示：A (組合：高節點和高部件， $M=1.87$) 在主觀認知上最複雜；其它依序為組合 B (組合：中節點和高部件， $M=2.74$) 和 D (組合：高節點和中部件， $M=2.87$) 感受上沒有顯著差別；組合 C (組合：低節點和高部件， $M=3.49$) 和 E (組合：中節點和中部件， $M=3.62$) 感受上沒有顯著差別；E (組合：中節點和中部件， $M=3.62$) 和 G (組合：高節點和低部件， $M=3.77$) 感受上沒有顯著差別；F (組合：低節點和中部件， $M=4.13$) 和 H (組合：中節點和低部件， $M=4.23$) 感受上沒有顯著差別；組合 I (組合：低節點和低部件 $M=4.62$) 在主觀認知上最簡化。

表 5. 九種簡化手法組合之 Scheffe 檢定

非常不簡化 ←簡化程度→ 非常簡化	子群
(A)	1
(B、D)	2
(C、E)	3
(E、G)	4
(F、H)	5
(I)	6

由圖 11 可以看出簡化程度認知與外形特徵量有一定的關係。可以為了更進一步了解自變項 (整體節點與部件元素量) 和應變項 (簡化程度) 的關係，我們進行 Pearson 積差相關分析，從 SPSS 統計軟體所產生出 3 個變數兩兩配對的積差相關係數結果發現 (如表 6)，其中「整體節點量」與「簡化程度」的相關係數 $r = 0.773$ ，已達顯著水準 ($p = 0.01$)；而「部件元素量」與「簡化程度」的相關係數 $r = 0.704$ ，已達顯著水準 ($p = 0.01$)。相關係數 r 值若是 1 或 -1 是完全相關； r 的絕對值若介於 0.7~0.99 之間是高度相關； r 的絕對值若介於 0.4~0.69 之間是中度相關； r 值若介於 0.1~0.39 之間是低度相關； r 的絕對值若是 0.1~0 之間則是微弱或無相關 (石計生、羅清俊、曾淑芬、邱曉婷和黃慧琦，2003)。由此可知，圖形的「整體節點量」或「部件元素量」與簡化程度都有高度的相關性，圖形整體節點數越少，其簡化程度越高；同樣的，部件元素數越少，其簡化程度越高。

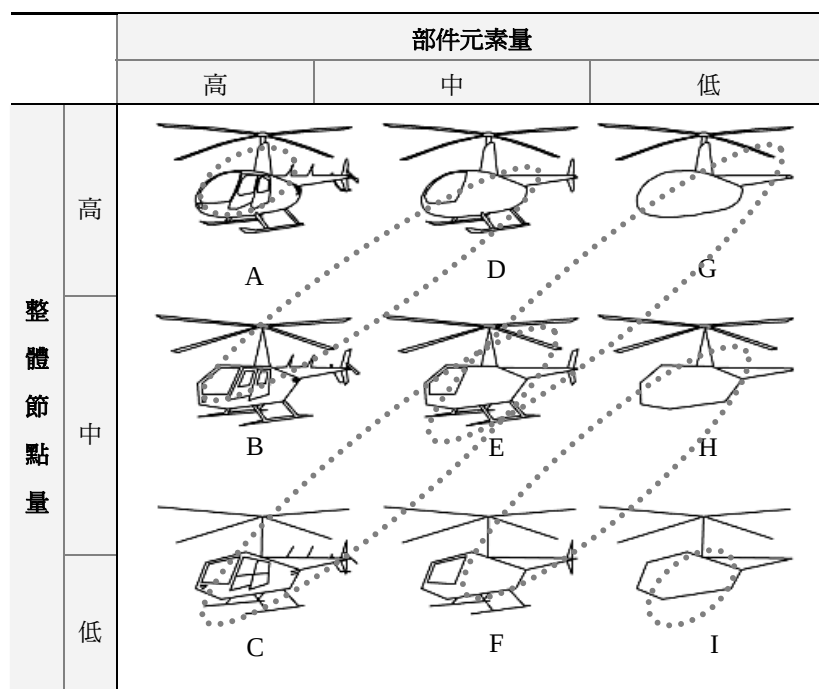


圖 11. 圖形簡化程度差異的 6 個分群

表 6. 簡化程度與外形特徵量（節點量和部件量）之 Pearson 積差相關分析

	整體節點量	部件元素量	簡化程度
整體節點量	1	.459**	.773**
部件元素量		1	.704**
簡化程度			1

**Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed) .

本研究接著再透過 SPSS 進行迴歸分析的運算，以預測外形特徵數量與簡化程度認知的關係。如表 7，兩個自變項（整體節點量、部件元素量）與依變項（簡化程度）多元迴歸的分析判定係數為 $R^2 = 0.752$ ，已達顯著水準（ $p < 0.001$ ），表示自變項可以解釋應變項達到 75.2% 的總變異量。迴歸的分析判定係數 R^2 若大於 0.5，則代表解釋力強（石計生等人，2003），此多元迴歸的分析判定係數為 $R^2 = 0.752$ ，因此代表有很不錯的解釋力。

表 7. 迴歸模式摘要表

R	R^2	調整後的 R^2	估計的標準誤
0.867	0.752	0.749	0.487

表 8. 迴歸係數

	未標準化係數		標準化係數		
	B 之估計值	標準誤	Beta 值	t	Sig.
常數 (Constant)	4.724	.067		19.028	.000
x1 (整體節點)	-.005	.000	.569	14.813	.000
x2 (部件元素)	-.131	.011	.443	11.525	.000

由表 8 顯示的迴歸係數、 t 值以及顯著性，我們可以從外形特徵數量建立預測簡化程度的迴歸方程式： $y = 4.724 - 0.005(x_1) - 0.131(x_2)$

迴歸方程式中， y 為應變項「簡化程度」（1 分代表非常不簡化；5 分代表非常簡化）；而 x_1 則是自變項「整體節點量」， x_2 則是自變項「部件元素量」。我們由此迴歸方程式可知，圖形在整體節點量或部件元素量越減少，簡化程度值越高。由於多元迴歸的是以 x_1 （整體節點量）介於 12 到 311； x_2 （部件元素量）介於 2 到 15 時到所估計得出的。所以此模型只適用於當 x_1 與 x_2 對於 y 變項（圖形簡化程度）介於 1 至 5 分的預測（邱皓政，2006）。而標準化係數（Beta）的大小，參考表 8，則是說明「整體節點量和部件元素量」的相對重要性。從標準化係數可知，整體節點是 0.569；部件元素是 0.443，因此可推論「整體節點」對簡化程度認知的影響比「部件元素」大。

Attneave（1954）、Feldman & Singh（2005）曾結合完形心理學和資訊處理理論，提出在一圖形中，轉折區域所含的訊息比直線部分的訊息豐富。Biederman（1987）則提出只要保留 3~4 個部件元素就有不錯的辨識正確率。上述的研究並未將整體節點量和部件元素量一起做討論，而在本研究結果發現「整體節點」對圖形簡化程度的認知影響大於「部件元素」，因此推論由於整體節點的減少的同時，往往也會減少掉重要之轉折區域，而重要轉折點是提供我們對物體辨識的重要線索，雖然部件減少會降低我們對物體辨識的能力，但其餘的部件（3~4 個部件）還是可以幫助我們辨識物體，然而整體節點的減少卻可能將許多重要的輪廓簡化了，影響了整體圖形之辨識，因此整體節點的減少效果會比部件元素的減少來的強烈。

四、圖形簡化程度與偏好的討論

許峻誠、王韋堯（2009）曾探討設計背景人士與非設計背景人士對於上述的 108 張簡化圖形的偏好是否有差異。該研究主要利用三因子實驗設計與變異數分析的方式探討，研究結果發現「圖形偏好」受「簡化手法組合和受試者背景」交互作用之影響。其中非設計背景人士對於簡化圖形的偏好看法頗為一致，而且比較偏好複雜（細節較多）的圖形；而設計背景人士對於簡化圖形的偏好分佈則不太一致。然而，該研究並未對外形特徵的簡化程度與數量做定義，因此未能探討與預測簡化程度與觀者偏好之關係。由於本研究 and 先前（許峻誠、王韋堯，2009）所使用的簡化圖形樣本是相同的，若將上述 108 張圖形「簡化程度」認知結果，與 108 張簡化圖形的「偏好」評估數據做交叉分析，則可以討論「簡化程度」與「偏好」之間的關係。因此接下來將分成兩個部分來討論。

4-1 非設計背景人士偏好與圖形簡化程度的關係

從一般非設計背景人士偏好進行分析，我們可以從下頁圖 12 觀察到「圖形簡化程度」和「偏好」兩者間關係的散佈狀況（圖 12 內的圓圈代表觀察值），顯示兩者呈現負相關的趨勢，由此可推測未受過設計訓練人士偏好細節越多且較為複雜的物體圖形。

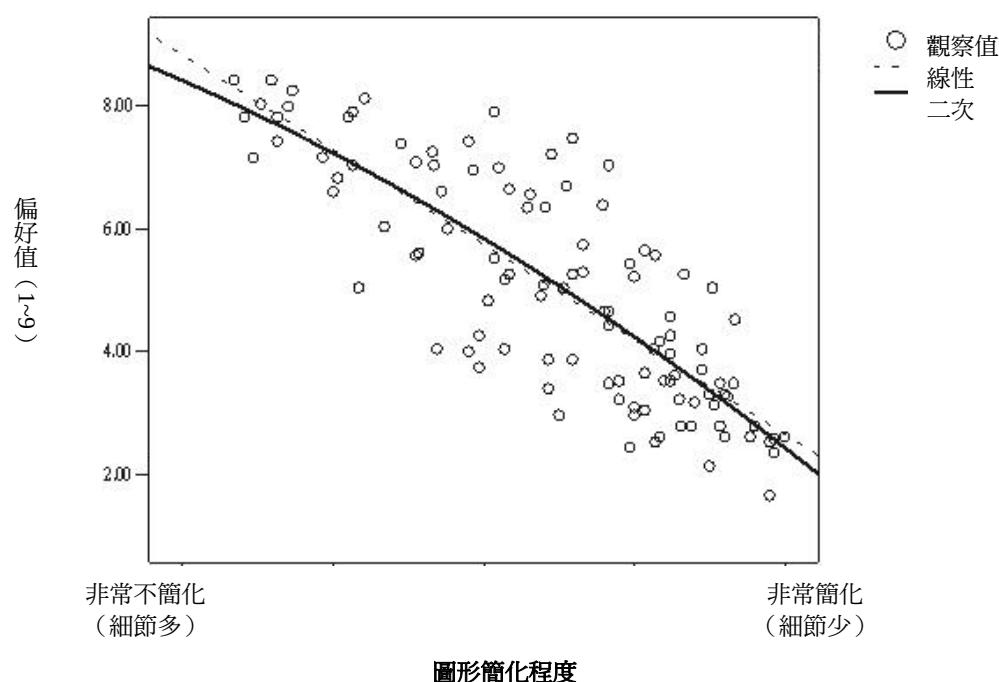


圖 12. 非設計背景人士偏好與「圖形簡化程度」關係的散佈圖

接著利用統計軟體同時進行線性和二次曲線迴歸分析，結果雖然二次迴歸分析的解釋力 (R^2) 為 0.671 ($p < 0.0001$) 較佳，如表 9 所示，但是和線性迴歸模式 ($R^2 = 0.668$) 的差距不大，所以還是選用較為簡潔的「線性模式」。因此，「圖形簡化程度」可以解釋「非設計背景人士偏好」66.8%的變異量，迴歸預測方程式如下：

$$y = 8.894 - (1.547) x$$

迴歸方程式中，y 代表「非設計背景人士之偏好值」；x 代表「圖形簡化程度」。由於線性迴歸的函數是以 x 介於 1 (非常不簡化) 到 5 (非常簡化) 所估計得出，所以此模型只適用於當 x 對於 y 變項介於 1 到 5 時的預測。

由此迴歸方程式可知，簡化程度值越高的圖形，非設計背景人士越不偏好。這和過去的研究結果，簡化程度與偏好呈「倒 U 型曲線」是不同的 (Berlyne, 1974；張文智、衛萬里，2005)。

表 9. 以曲線估計得到統計結果摘要表

Methods	R2	F	df1	df2	Sig.	Constant	x1	x2
線性	.668	213.338	1	106	.000	8.894	-1.547	
二次	.671	107.064	2	105	.000	9.594	2.127	.105

自變項：圖形簡化程度；應變項：非設計背景人士之偏好值

4-2 設計背景人士偏好與圖形簡化程度的關係

從設計背景人士偏好的角度來分析，可以在圖 13 觀察到「圖形簡化程度」和「偏好」兩者間關係的散佈狀況 (圖 13 內的圓圈代表觀察值) 並非呈現線性關係，因此利用統計軟體同時進行線性和二次曲線

迴歸分析，結果發現二次曲線迴歸分析的解釋力 (R^2) 為 0.425 較佳 ($p < 0.0001$)，如表 10 所示，也就是說「圖形簡化程度」可以解釋「設計背景人士偏好」42.5%的變異量，因此方程式如下：

$$y = 9.8 - (3.182)x + (0.441)x^2$$

迴歸方程式中，y 代表「設計背景人士之偏好值」；x 代表「圖形簡化程度」。由於曲線迴歸的二次函數是以 x 介於 1（非常不簡化）到 5（非常簡化）所估計得出，所以此模型只適用於當 x 對於 y 變項介於 1 到 5 時的預測。

表 10. 以曲線估計得到統計結果摘要表

Methods	R2	F	df1	df2	Sig.	Constant	x1	x2
線性	.318	49.529	1	106	.000	6.867	.743	
二次	.425	38.789	2	105	.000	9.8	-3.182	.441

自變項：圖形簡化程度；應變項：設計背景人士的偏好值

由設計背景人士偏好認知與簡化程度之關係曲線圖可知，這和過去研究的「倒 U 型曲線」是一致的，可以推測設計背景人士偏好適度簡化的圖形，而非太過簡化或過於寫實的圖形，請對照圖 12 與圖 13。從圖 13 可觀察到在非常簡化到非常不簡化的兩端，受測者有偏好往中央簡化程度圖形的傾向，而其中偏好的最大值靠近中央稍微偏向非常不簡化的一端，因此「適度簡化圖形」表示的是從複雜圖形稍為簡化且在中等簡化程度之前的圖形。我們也可從某圖形的節點數量和部件數量，依迴歸方程式預測出觀者的簡化程度認知與偏好度。

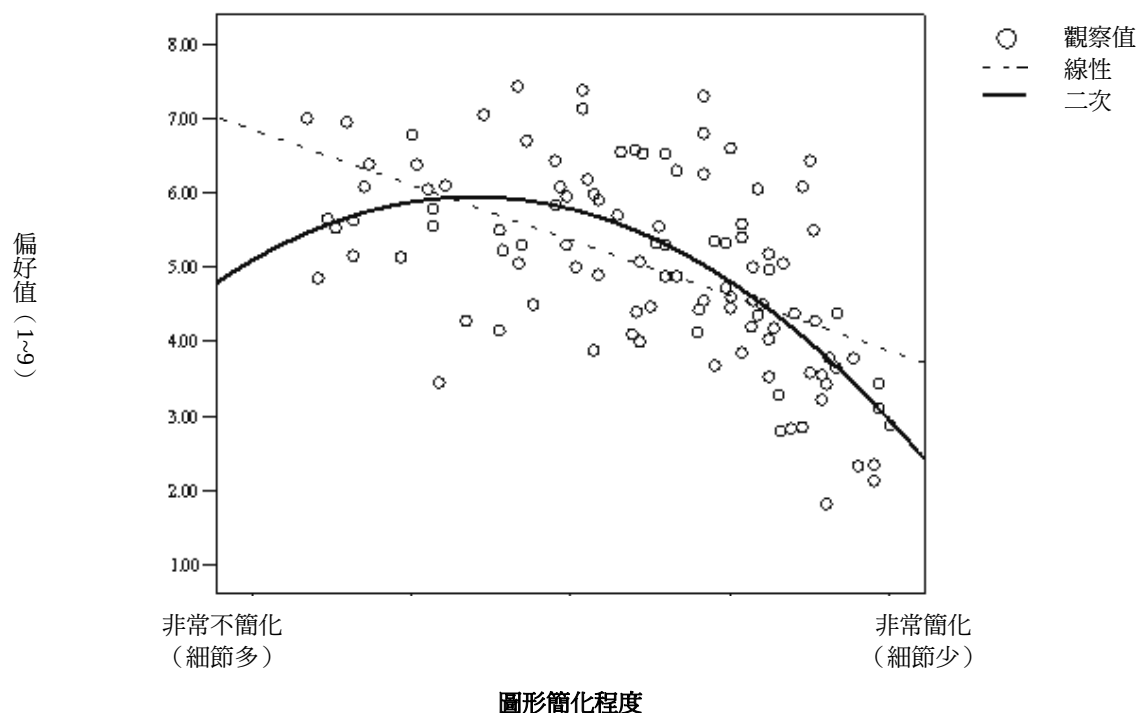


圖 13. 設計背景人士偏好與「圖形簡化程度」關係的散佈圖

五、研究結論

5-1 圖形簡化程度與外形特徵數量的關係

許多研究提到外形特徵和簡化程度的相關性。Avital 和 Cupchik (1998)、Biederman (1987) 和 Berlyne (1974) 認為複雜度感知和視覺元素量有關，不過這些研究並沒有明確說明視覺元素量與簡化程度認知之間的明確關係。後來 Wang 和 Huang (2002) 針對線條圖形的研究發現，「簡化程度」和「部件元素量」有中等程度的相關性 ($r=0.660$)，這和本研究結果 ($r=0.704$) 是相近的。本研究更進一步將「整體節點」和「部件元素」一起作討論，發現整體節點量對簡化程度的影響更大 ($r=0.773$)。

最後，本研究以迴歸分析，從外形特徵的數量和簡化程度認知結果的交叉分析得到「圖形簡化程度」的迴歸方程式，如下：

$$\text{圖形簡化程度} = 4.724 - 0.005 (\text{整體節點量}) - 0.131 (\text{部件元素量})。$$

由此方程式可以從圖形的整體節點量與部件元素量中，較明確地預測出觀者對於圖形簡化程度的認知。迴歸方程式主要是幫助我們對於簡化程度與偏好的判斷以及預測。雖然節點和部件的減少，從外在的圖形變化即可得知，但到底要減多少，才能達到設計師們所需要的簡化程度，有時候本身的直覺判斷不是完全準確，也不一定符合設計對象的需求，迴歸方程式是建立於分析大眾後量化的結果，希望能有更為精確的簡化程度與偏好之預測。

5-2 圖形簡化程度與偏好的關係

有研究指出，相較於簡化的圖形，寫實且複雜的圖形容易被偏好 (Vartanian & Goel, 2004; Kawabata & Zeki, 2004)；而 McDougall 和 Reppa (2008) 的研究則提出不同的看法，他們發現觀者的偏好隨著圖形的簡化而增加。此外，也有研究指出觀者偏好與複雜度的關係是呈現倒 U 型曲線 (Berlyne, 1974; 張文智、衛萬里, 2005)，他們認為觀者偏好適度簡化的圖形；而不偏好過於簡化或者過於複雜的圖形。然而，上述提到的研究都未將具設計訓練背景人士和一般人分開討論並比較，不同的學習背景差異可能會影響簡化圖形的偏好 (許峻誠、王韋堯, 2009)，因此本研究將設計和非設計背景人士分開探討加以比較，結果發現兩者在圖形簡化程度的偏好上有差異。研究得出兩個迴歸方程式如下：

1. 非設計背景人士之偏好值 $= 8.894 - 1.547 (\text{簡化程度})$
2. 設計背景人士之偏好值 $= 9.8 - 3.182 (\text{簡化程度}) + 0.441 (\text{簡化程度})^2$

本研究發現具有設計訓練背景人士之偏好與簡化程度的關係是呈現「倒 U 型曲線」，推論設計背景人士偏好較為適度簡化，但又還具有辨識性的圖形，因為過於簡化的圖形，無法辨識代表何物體，而過於寫實的圖形則缺乏設計感或新鮮感。但是一般人士的偏好與簡化程度的關係是呈現「直線負相關」，也就是隨著簡化程度越高，一般人士越不偏好。

雖然本研究利用明確的外形特徵數量進行簡化操作，並提出預測方程式，但研究並不試圖取代設計的創意性，而是透過這些預測方法提供設計師，甚至一般在評估簡化圖形時的參考與建議。此外，明確的瞭解圖形外形特徵數量與簡化程度，也希望可作為未來電腦輔助圖形設計，或者圖形簡化測量的基礎。後續研究建議可從圖形簡化程度與辨識正確率、記憶程度與再認率的關係進行探究。

誌謝

本文感謝行政院國家科學委員會專題計劃之部分經費補助，計劃編號為 NSC-98-2410-H-009-057。

參考文獻

1. Alario, F. X., & Ferrand, L. (1999). A set of 400 Pictures standardized for French: Norms for name agreement, image agreement, familiarity, visual complexity, image variability, and age of acquisition. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 31(3), 531-552.
2. Arnheim, R. (1969). *Visual thinking*. Berkeley: University of California Press.
3. Arnheim, R. (1974). *Art and visual perception: A psychology of the creative eye*. Berkeley: University of California Press.
4. Attneave, F. (1954). Some informational aspects of visual perception. *Psychological Review*, 61, 183-193.
5. Avital, T., & Cupchik, G. C. (1998). Perceiving hierarchical structures in nonrepresentational paintings. *Empirical Studies of the Arts*, 16, 59-70.
6. Babbie, E. (2002). *The basics of social research* (2 nd.). CA: Wadsworth.
7. Bell, C. (1949). *Art*. New York: Oxford University Press.
8. Berlyne, D. E. (1974). *Studies in the new experimental aesthetics: Steps toward an objective psychology of aesthetic appreciation*. Washington: Hemisphere.
9. Biederman, I. (1987). Recognition-By-Components: A theory of human image understanding. *Psychological Review*, 94, 115-147.
10. Chan, C. S. (1994). Operational definitions of style. *Environment and Planning B: Planning & Design*, 21(2), 223-246.
11. Chan, C. S. (2000). Can style be measured? *Design Studies*, 21(3), 277-291.
12. 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.
13. Cooper, D. R., & Schindler, P. S. (2003). *Business research methods* (8th ed.). Taipei: McGraw-Hill.
14. Eysenck, M., & Keane, M. (2005). *Cognitive psychology-A student's handbook* (5th ed.). London: Psychology Press.
15. Fraise & Elkin (1963). Etude génétique de l'influence des modes de presentation sur la reconnaissance d'objets familiers. *L'Année Psychologique*, 63, 1-12.
16. Gerrig, R. J., & Zimbardo, P. G. (2008). *Psychology and life*. Boston, MA: Pearson.
17. Goldstein, B. (2007). *Sensation and perception* (7th ed.). Belmont, CA: Wadsworth-Thomson Learning.
18. Gombrich, E. H. (1969). *Art and illusion: A study in the psychology of pictorial representation*. N.J.: Princeton University Press.
19. Gombrich, E. H. (1982). *The image and the eye*. London: Phaidon Press.
20. Goodwin, C. J. (1995). *Research in psychology*. New York: Wiley.
21. Kawabata, H. & Zeki, S. (2004). Neural correlates of beauty. *Journal of Neurophysiology*, 91, 1699-1705.
22. Mauro, R., & Kubovy, M. (1992). Caricature and face recognition. *Memory & Cognition*, 20 (4), 433-440.

23. McDougall, S. & Reppa, I. (2008). Why do I like it? The relationships between icon characteristics, user performance and aesthetic appeal. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomic Society 52nd Meeting Proceedings*, 52(18), 1257-1261.
24. McDougall, S., Curry, M. B., & de Bruijn, O. (1999). Measuring symbol and icon characteristics: Norms for concreteness, complexity, meaningfulness, familiarity and semantic distance for 239 symbols. *Behavior Research Methods, Instruments & Computers*, 31, 487-519.
25. Palmer, S., Rosch, E., & Chase, P. (1981). Canonical perspective and the perception of objects. In J. L. a. A. Baddeley (Ed.), *International symposium on attention and performance* (attention and performance ix) (pp. 135-151). N. J.: Lawrence Erlbaum Associates.
26. Rosch, E. (1978). Principles of categorization. In E. Rosch, & B. Lloyd (Eds.), *Cognition and categorization*. N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
27. Rosch, E. H. (1973). Natural categories. *Cognitive Psychology*, 4, 328~350.
28. 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.
29. Ryan, T. A., & Schwartz, C. B. (1956). Speed of perception as a function of mode of representation. *The American Journal of Psychology*, 69, 60-69.
30. 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.
31. Vartanian, O., & Goel, V. (2004). Neuroanatomical correlates of aesthetic preferences for paintings. *Neuroreport*, 15, 893-897.
32. Wang, M. Y., & Huang, J. T. (2002). The effect of global diagnosticity and complexity on object recognition. *Chinese Journal of Psychology*, 44, 189-210.
33. Wang, R., & Hsu, C. C. (2007). Study of the design operation of graphic simplification. *The Design Journal*, 10(3), 54-73.
34. 石計生、羅清俊、曾淑芬、邱曉婷、黃慧琦 (2003)。 *社會科學研究與 SPSS 資料分析：台灣資料庫的應用*。台北市：雙葉書廊。
Dan, J. S., Luo, C. J., Tseng, S. F., Chiou, S. T., & Huang, H. C. (2003). *She Huei Ke Siao Yan Jiou Yu Liao Fen Si- Tai Wan Zih Liao Ku De Ying Yong*. Taipei: Shuang She Book. [in Chinese, phonetic translation]
35. 王韋堯、許峻誠 (2006)。等距圖形抽象化之設計實作研究。 *藝術教育研究*, 11, 33-53。
Wang, R., & Hsu, C. C. (2009). Exploring graphic simplification methods through design practice. *Research in Arts Education*, 11, 33-53. [in Chinese, semantic translation]
36. 許峻誠 (2007)。 *圖形簡化設計之視覺最佳化研究*。台北市：國立台灣科技大學設計研究所未出版之博士論文。
Hsu, C. C. (2007). *Cognitive study on the design operation of graphic simplification*. Unpublished doctoral thesis, National Taiwan University of Science and Technology, Taipei, Taiwan. [in Chinese, semantic translation]
37. 許峻誠、王韋堯 (2009)。學習背景差異對簡化圖形之偏好研究。 *藝術教育研究*, 17, 109-132。
Wang, R., & Hsu, C. C. (2009). Study on the relationship between background and preference of

- simplified graphics. *Research in Arts Education*, 17, 109-132. [in Chinese, semantic translation]
38. 邱皓政 (2006)。《量化研究法(二)：統計原理與分析技術》。台北市：雙葉書廊。
- Chiou, H. J. (2009). *Liang Hua Yan Jiou Fa Er- Tong Ji Yuan Li Yu Fen Si Ji Shu*. Taipei: Shuang She Book. [in Chinese, phonetic translation]
39. 張文智、衛萬里 (2005)。應用聯合分析法於商標設計之最佳化研究—以羅昇企業設計個案為例。《設計學報》，10 (4)，55-70。
- Chang, W. C., & Wei, W. L. (2002). The application of conjoint analysis in optimum logo design-a design project as an example research in arts education. *Journal of Design*, 10(4), 55-70. [in Chinese, semantic translation]
40. 舒華、程元善、張厚粲 (1989)。235 個圖形命名一致性、熟悉性、表象一致性和視覺複雜性評定。《心理學報》，4，389-396。
- Shu, H., Cheng, Y. S., Zhang, H. C. (1989). A standardized set of 235 pictures: Norms for name agreement, image agreement, familiarity and visual complexity. *Acta Psychologica Sinica*, 4, 389-396. [in Chinese, semantic translation]

The Relationship between Shape Features and Degrees of Graphic Simplification

Chun-Cheng Hsu* Regina W. Y. Wang**

* Department of Communication and Technology, National Chiao Tung University
chuncheng@mail.nctu.edu.tw

** Graduate School of Design, National Taiwan University of Science and Technology
wyw@mail.ntust.edu.tw

Abstract

Simplification is one of the most important methods in visual design. Designers often use it to extract significant features from subject. Studies from Art, Gestalt theory, Cognitive psychology have proposed that the concise and abstract properties of simplified graphics facilitate our memory and recall. However, these studies didn't clearly define the relationship between the quantity of shape elements and the degree of simplification.

This study used 108 graphics as stimuli. A Likert-type scale was applied to rate the degree of simplification of each stimulus, and 60 subjects were invited to participate in an experiment. Then, by utilizing the regression analysis, the quantitative description of the external shape and the assessment of the degree of simplification would yield the formula defined as "Graphic Simplification Degree = $4.724 - 0.005 (\text{overall node quantity}) - 0.131 (\text{shape element quantity})$ ".

Next, the differences between designers and non-designers—in the preferences over the degree of graphic simplification are discovered. Designers' preference and degree of simplification presents an inverted U curve relationship, while non-designers exhibit a linear correlation.

This study has proposed a clear operational definition and numerical values of graphic simplification while not attempting to replace the creativity of the design. Through these prediction methods, references and recommendations can be provided to the designers when assessing the graphics. Moreover, the study is desired to be established as the fundamentals for the quantitative descriptions of the computer-aided graphic application and further research.

Keywords: Graphic Design, Degrees of Simplification, Shape Feature, Preference, Operational Definition.