

衍生式設計產品的造形偏好與感性評估

— 以眼鏡設計為例

Generative Product Design by Form Preferences with Kansei Evaluations -
A Case Study of Eyeglasses Design

¹黃英修 ²李奕蓉

¹ 國立高雄師範大學工業設計學系 | 副教授 | yinghsiu@nknku.edu.tw

² 國立高雄師範大學工業設計學系 | 研究生 | sosoul@gmail.com

¹ Yingsiu Huang ² Lee Yi-Jung

¹ Department of Industrial Design, National Normal Kaohsiung University, Associate Professor, yinghsiu@nknku.edu.tw

² Department of Industrial Design, National Normal Kaohsiung University, postgraduate student, sosoul@gmail.com

衍生式設計輔助系統出現後，設計過程得以明朗化。若能打破輔助系統與消費者之間的操作門檻，將可拉近消費者與心目中理想產品的距離。消費者不再需要從市面上既有的產品中挑選出自己相對喜愛的項目，而能自行建立符合自己偏好的產品外型。本研究以「黑框眼鏡」為例，探討如何打破衍生式設計輔助系統的操作門檻，期望能由「感性」做為造型調整的向度，依照各項感性程度的高低調整整體造型，幫助消費者更快速、簡易且直覺性的取得喜愛的眼鏡型態。研究統整相關眼鏡型態，經由網路問卷遴選出適合描述黑框眼鏡的 9 組形容詞。再配合市面上的眼鏡樣本，進行第二次的問卷調查，釐清關於黑框眼鏡的三項主要造型因子，分別為「年輕」、「樸素」與「輕巧」。再進一步分析眼鏡型態，以數量化 I 類方法了解造型細部因子對於各形容詞的影響力。最後以數量化 I 類所得之數值做為影響造型的常數，建立出衍生式設計的眼鏡模型，並產生符合各形容詞高低程度的眼鏡型態樣本。

關鍵詞：產品設計、黑框眼鏡、衍生式設計、感性工程

The appearance of generative design system has succeeded in making designing progress more explicitly. Supporting that the operational barrier between the system and the consumers could make a breakthrough, thus it would be easier for the consumers to approach their ideal products. In other words, choosing an ideal product among pre-existing items is no longer the only option for consumers, whereas they can build up an appearance standard that fits their preferences, or their emotions. Thus, this paper aims to take the “Plastic Eyeglass Frames” as an example for discussing methods to break the barriers of the generative design system. Under the criteria of using the sense of perception to approach the purpose for adjusting various modeling, and we assume that by taking “perception” as a standard, it can support the consumers to understand their favorite modeling in a rapid, easy, and instinctive way. After integrating the related eyeglass modeling via internet questionnaires, we select 12 types of plastic eyeglass frame. Moreover, we utilize questionnaire survey again by going with the eyeglass samples on the market. Therefore, in the section of factor analysis, we can divide the factors into three main popular descriptions, which are “Youngness”, “Plainness”, and “Lightness”. After taking further analysis of eyeglass modeling by adopting the method “Quantification Theory Type I” to understand the impact of each description that caused by detail factors. In the end of this paper, we show the result of taking the numerical outcome from Quantification Theory Type I to control some variables in building up the eyeglass designing models, as well as various levels of eyeglass samples that fits descriptions from the consumers

Keywords: Plastic Eyeglass, Eyeglass Design, Generative Design, Emotion

一 介紹

設計的潮流及風格，從 19 世紀 Louis Sullivan (1856-1924) 所提的設計理論—產品造形隨著即產品機能而改變，「形隨機能 (Form Follows Function)」，轉變為「形隨趣味 (Form Follows Fun)」；而現今的使用者對產品造形不僅是有趣，更進一步是有情感的造形「形隨情感 (Form Follows Emotion)」(Don Norman, 2005)。例如：芬蘭設計師 Alvar Aalto 著名的 Savoy Vase 湖泊花器，靈感即來自芬蘭蜿蜒的海岸線，設計師藉由研究自然造形存在的原理應用於設計中，使產品更加具有感性的因素，對於使用者在使用上多增加一份情感。

隨著電腦軟硬體發展的進步，電腦輔助工業設計 (Computer aided industrial design, CAID) 從最早期的輔助設計製造 (computer-aided manufacturing, CAM)、分析 (computer-aided evaluation, CAE)，一直到輔助設計師產生設計構想 (computer-aided concepts)。在不同的設計階段，電腦都扮演著相當重要的角色，協助設計師產生更符合使用者需求的產品設計。進一步在衍生式設計輔助系統出現後，電腦軟體在構想發展的階段，除了能快速提供多樣且系統化的解決方案，協助設計師來解決設計問題；更可使設計師從瑣碎的繪圖工作中，提高形成設計構想的速度，讓設計師能將心力用於更多的創意發想。

相較於過去的黑箱式設計，衍生式設計輔助系統出現後，設計過程相對得以明朗化。然而有了衍生式設計輔助系統，對設計師而言不只是單單輔助產生產品的造形，要更進一步透過「了解消費者對於產品的感性需求」，才得以使設計師們從消費者的角度了解消費者心理的感性需求；不只是讓消費者從市面上既有的產品中，挑選出自己相對喜愛的項目，而能透過衍生式的輔助系統產生消費者感性的需求，建立符合自己情感上偏好的產品外型。

眼鏡的設計不單單只是符合讓使用者看得更清楚的基本功能外；眼鏡的型態更能強調對於佩戴者所帶來的鮮明性格和搶眼形象。最具有個人特色的塑膠全框式眼鏡，在造形上具有多樣的變化，配戴時存在感強烈，是當今目前市場上鏡框型態的主流。然而，消費者要配戴符合自己風格及喜好的塑膠全框式眼鏡，僅能從市面上有限的眼鏡型態中，挑選自己比較喜愛的款式，無法真正選到符合自己喜好的眼鏡型態。主要的原因是設計師觀感與消費者欲求的感覺之間的落差，造成商品種類繁多，也無法滿足所有消費者感覺上的需求。

因此，電腦輔助衍生式設計的眼鏡系統，就可以衍生出多種不同型態的眼鏡

設計，讓消費者進行挑選；然而，以參數所建構出的衍生式設計系統，可以在知短時間內產生出上百上千的眼鏡型態，但是要讓消費者在如此大量的造形中，選擇一個自己喜好的眼鏡，也不是一件容易的事。

在現今參數化的衍生式設計中，都是以參數的方式來調整產品的造形，而且每次僅能調整一個數值，各個數值對於型態特徵之間所擁有的關連性並不高，儘管消費者可以直接操作參數，但是數值所代表的造形變化並不一定可以立即影響到造形。對消費者而言，消費者會知道自己希望戴起眼鏡能感覺到「聰明、銳利」的氣質；而不是某一個參數，例如：「鏡框上緣傾角為 + 6°」的眼鏡配戴起來的感受。因此，如何由消費者的感性觀點出發，以感性形容詞取代衍生式設計的數值，作為調整產品造形來符合消費者的需求，是本研究的主要問題。

因此，本研究將以膠框眼鏡為例，了解現有鏡框的造形原理，進行造形與感性之間關連性的分析。將分析結果應用於參數的衍生式設計之中，產生符合消費者感性需求的眼鏡型態樣本。讓消費者以「感性」做為造形調整的向度，依照各項感性程度的高低調整符合消費者喜好的造形，幫助消費者更快速、簡易且直覺性的取得喜愛的眼鏡型態。

二 文獻探討

基於本研究的目的，先針對感性的相關研究進行探討，尤其是探討感性產品造形，同時歸納出消費者對於膠框眼鏡的感性形容詞；另外，在參數及衍生式設計的研究中，除了了解現今參數設計的軟體外，同時也分析現今衍生式設計的相關軟體及其在設計上的運用。

2.1 意象與視覺認知

消費者對產品的意象與視覺認知是息息相關的，包括產品的線條、形狀、色彩等等，這些構成產品的基本要素的符號與元素，同時也是設計師傳達作品意涵的基本單位，透過適當的組合與詮釋，使得原本抽象且無意義的符號與符號之間，具有表徵意義。對這些產品意象的聯想，以視覺所產生的意象聯想最主，消費者在觀察物體時，腦中便存在著一些特徵圖形，藉由這些圖形喚起記憶中相關聯的物體型態（游萬來、葉博雄、高曰菖，1997）。

長町三生 (Nagamachi, 1995) 也認為產品意象是指使用者透過感官接受，對於產品的型態所產生的直覺聯想，其中又以視覺所產生的意象聯想最為明顯，而意象的聯想與使用者的生活經驗和文化背景有關。人在環境與造形認知上往往是基於以往透過感官所學習的直覺經驗感受生活周遭的型態。長町三生提出感性工學 (Kansei Engineering)，其中感性 (Kansei) 源自日語詞彙，是對於某一個產品所產生的心裡感覺與意象。當消費者購買產品時，在他們心中一定有一些感覺意象來選擇商品，如堅固的、豪華的、亮麗的…等，感性工學技術便是將消費者需求的感覺意象轉化在新產品上的技術 (Nagamachi, 1995)。

然而，在感性工學的研究方法，以語意差異法 (Semantic Differential Method, 簡稱 SD 法) 最為普及，語意差異法是起源於「共同感覺」研究，是由 Charles E. Osgood 等人於 1942 年提出，用以對比形容詞的雙極式評量，測量受測者對物件或概念之反應。係研究事物意義之方法，通常是指人對於事物在感覺或心理方面的一種看法或意義，是一種共通感覺研究，其測量方式是以兩極端的量表方式，對於受測者進行測試，更可細膩的調查出受測者對於受測樣品之正與反面意象感受與偏好態度。此外語意差異法之評分方式係固定且具客觀性，受訪者能以其做一系列的評分，所得之資料不僅豐富且可再使用統計方法加以分析 (詹若涵, 2004)。使用「量尺 (Scale)」之性質與數量也可視實際需要決定，可獲得研究上豐富的參考資料。

應用語意差異法時，首先必須做概念或意念上的選擇，意念被視為是評判的刺激因素，因此有評估的方向。其次是選擇適合評估的尺度，評價尺度有下列幾種類型：名目尺度、順序尺度、等距尺度、比例尺度。語意差異法在實務運用上多使用名目尺度與順序尺度。尺度選擇後，就每一個意念的構成影響因素，擬出一系列極端或對比的形容詞，作為評估的考量。一般來說有兩種型式：一種是每一種意念以一種形容詞彙和量尺來判斷每一問題由多種意念形成，第二種型式是一種特定的意念，在此範圍內列出所有語意，以便包含最多的可能性 (莊錦昌, 2001)。

語意差異法這類的研究，已經大量用在設計的研究領域，例如：王宗興 (2001) 運用質化與量化分析的方法，描述自行車的造形，歸納出不同感覺意象的產品設計原則。此外，此方法也被用於產品情感意象的評估與分析，找出產品設計元素與情感的關係，來進行手機的設計 (Desmet, Overbeeke, & Tax, 2001)。另外，Zhai et al. (2009) 也以此方法，將複雜的情感因素轉換成量化的設計規則，用來提升使用者對特定產品的滿意度。在最近的研究中，呂佳蓓與陳國祥 (2013) 也以感性工學的研究方法，來探討不同紙質的觸感對使用者在使用時感覺上的差異。

2.2 參數化設計

參數化設計 (Parametric Design) 就定義上而言，參數是一種「量 (Measure)」，定義了系統與函數的特定屬性。它不僅可使 CAD 系統具有互動式的繪圖功能，還具自動繪圖的功能。參數化設計可以大大提升模型的生成和修改的速度，在產品的設計開發方面都具有較大的應用價值。參數化設計跳脫了時間軸的限制，設計具有可逆性與連動變化，設計者能夠回到先前的操作步驟改變模型，並且自動將改變結果應用於後期設計階段。在電腦輔助設計中為提升設計的彈性需求，參數化建模 (Parametric Modeling) 已成為 CAD 的主流。在參數化建模過程中可減少設計修改的困難度，在傳統上稱之為參數化設計 (Hernandez, 2006)，使在建模或設計的過程中，擁有一個更具有彈性的方法或工具，其在設計變更時，不需要刪除或重新繪製 (Barrios, 2004)。

然而，隨著電腦速度的進步及運用在參數化設計的程式，形成了衍生式設計 (generative design)，其主要功能在透過各種自動生產的機制 (generative mechanism)，來協助設計者快速產生並評估替選方案 (Chien, 1998)。早在 Alexander (1964) 針對綜合階段的設計行為，以理性的數學模型來探討，標示以電腦作為設計輔助工具的可能性。1970 年代，Eastman 與 Mitchell 等人利用 Simon 與 Newell 資訊處理的認知理論為基礎，將設計的過程視為一「問題定義 (specification)、方案衍生 (generation)、答案測試 (evaluation)」系列循環的問題解決 (problem-solving) 過程 (圖 1)。衍生式設計輔助系統即是以這些設計理論為基礎所發展的電腦操作環境。



圖 1 | 解決問題的循環過程

衍生式設計是一個產品模型的類型代表，一般幾何模型是一個透過固定的特徵而設計產品，並透過建立在幾何模型基礎上具增強工程規則的決策設計。透過上方的功能需求的條件，控制特徵參數的值輸入到衍生設計系統，而此系統是基於產品的結構、CAD 的模型、設計的程式、特徵限制、規則、公式來影響決策。就像是一個應用程式一般，運用這程式透過輸入數值來影響結果，並藉由決策功能上的需求，而產生一個立即的幾何模型 (Skarka, 2007)。一個衍生式模型，建立在參數化

(Parametric)的模型上，只需透過功能需求的輸入如：尺寸、表現、成本等，透過產品架構如：CAD 模型檔、設計程序、規則、特徵限制、公式等規範出衍生式模型，而產出符合工程設計需求的結果。

在電腦運算設計的應用中，Oxman (2006) 的文章算是正式奠定衍生設計的基本定義及模式，以及理論上的存在，設計者透過操作及修正預先編撰好的衍生系統，從得到的初代變種作為修正系統的依據，修正方式包括限制參數，決定繪圖指令之間的交互判斷及數據傳遞作用，以使新一代產生結果更加接近設計者的目的，此一動態設計工作概念與傳統設計的線性思維有極大差異，同時設計者是透過大量系統產物來作為依據或選擇空間，這相較於傳統設計以設計者腦力產生出有限設計方案，更能達到最佳化選擇或者洞悉設計缺陷的效果。

例如：分子環 (Cell Cycle) 可以讓使用者自己設計客制化的珠寶設計，利用薄片鑲嵌 (vener) 和參數化的機制來控制珠寶的機能，造形，尺寸，顏色，和材質。在此系統的操作介面中，使用者不需要有任何設計的能力及經驗；因此連沒有經驗的使用者，也可以透過一次次的操作及修改來產生他們所想要的手環或戒指的設計。最後，同時可以選擇不同的材質，直接下單以 3D 列印的方式輸出，在此系統也會一並計算不同材質和所需之費用 (Nervous Systems: www.n-e-r-v-o-u-s.com)。

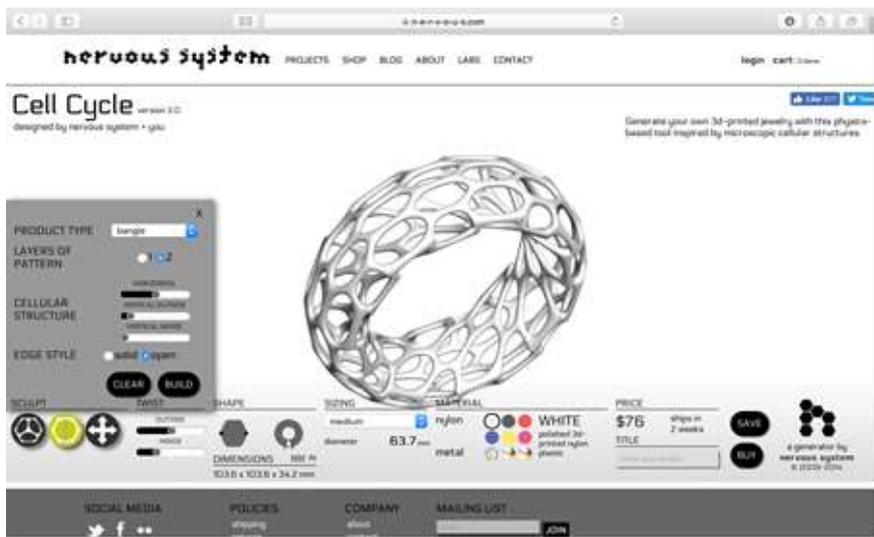


圖 2 | 分子環 (Cell Cycle)

另一個知名的草繪椅 (SketchChair) 系統，則可以讓使用者自己以身體的草繪設計椅子，以使用程式演算 (algorithmic) 的機制，從 2D 的草繪圖面，自動產生 3D 的椅子架構。同時，在此操作介面中，使用者可以透過多次的改變草圖及練習，來改

善他們要的椅子型態，此介面比較適合沒有經驗的使用者操作。同時此軟體可以繪製出直接進行雷射切割圖形，切割後直接可以進行組裝成椅子 (Saul, Lau, Mitani, & Igarashi, 2011)。

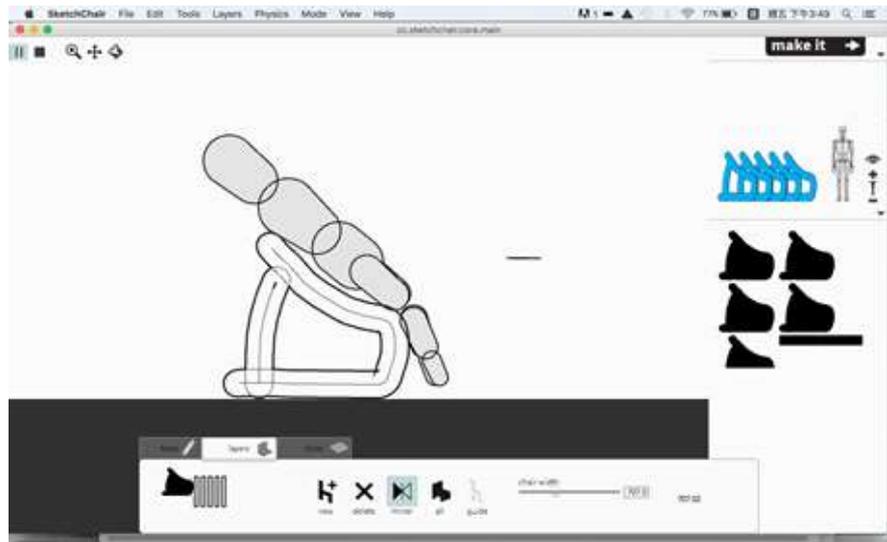


圖 3 | 草繪椅 (SketchChair) 系統

另外，Krish (2011) 也提出了「衍生設計方法 (Generative Design Method, GDM)」一個衍生式系統是基於參數化電腦輔助設計的系統，在系統中的參數包含一定的範圍，從最大值到最小值，這個範圍就是程式搜尋的空間。每一個參數的搜尋範圍，可以形成整個設計的空間，同時限制了電腦可以進行搜尋的範圍。衍生式設計系統將會隨機地依照這些參數的數值，產生新的設計產出；而這些參數就好比是設計的基因。而效能過濾器 (Performance Filters) 則是依照設計需求及條件，過濾出符合設計需求的有用構想。另一個相似過濾器 (proximity filter) 則是去除相似度較高的構想，以確保產生出不一樣的構想。這些數據都會被儲存，可供進一步修改 (Krish, 2011)。

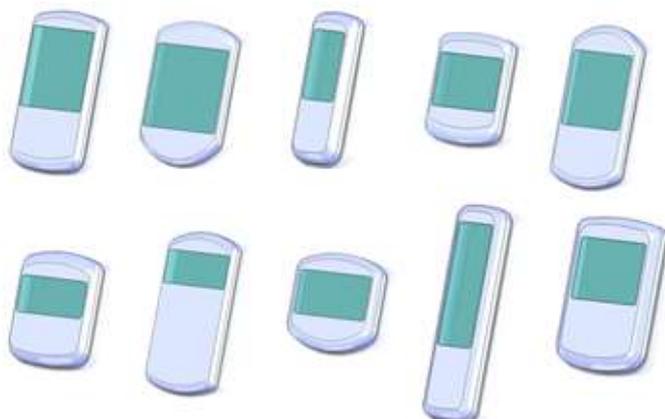


圖 4 | Krish 提出的衍生設計方法 (GDM) 所產生的設計構想

近年來 Grasshopper 在數位建築領域迅速發展及普及，並獲得廣泛多元的應用。特別是自由曲面及數位構築都因為這種參數建模工具而得以實現，電腦能夠進行單調龐大運算的優點對於數位建築中，要處理大量且具有微小變化的構件有極大幫助，以及快速運算來即時呈現變動的優點也讓設計者能夠反覆以動態非線性的設計手法來尋求最佳的型態及結構表現。

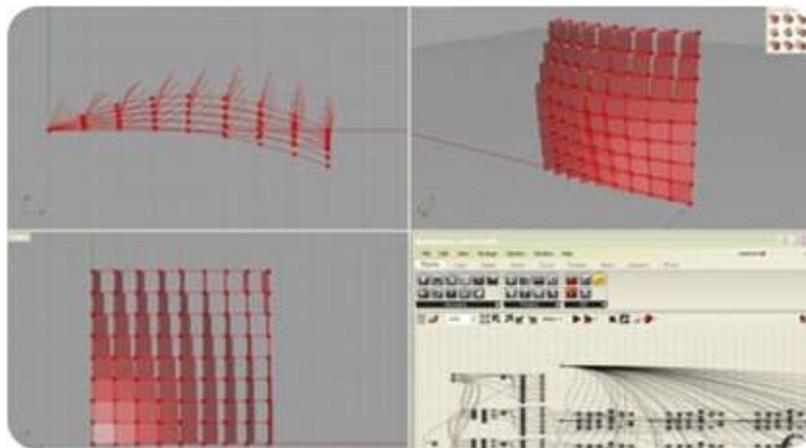


圖 5 | 自由曲面及數位構築

如今運算設計已成為建築教育及實務界一門獨立技術，相當多的建築學校都設立了相關課程，以數位或曲面風格聞名的知名建築事務所也都成立了運算技術部門及建立相關技術資料庫，或者建築師具備運算化設計能力也已經是普遍的現象。將衍生設計運用在產品設計上的先驅者 Krish (2011) 都點出在產品設計中如何建構基因原型以及控制變種產生的基本理念與技巧，他同時也是第一個參數合成工具 Genoform 的開發者，Genoform 是能快速大量合成參數並讓系統在短時間內生成幾十甚至上百個變種的工具，此一工具協助設計者在產生變種上得以節省許多時間，因為一個變種可能需要重新調整幾十個參數。同時 Genoform 也實際帶入建立過濾機制的概念，此一想法能提昇篩選大量不適用變種的效率，也實現在廣大解決方案空間 (Solution space) 如何找尋最佳方案 (Navigation) 的想法。本研究於參數化衍生系統建構之型態知識庫，主要以參數化方式定義以及操控，當進行設計修正時僅需調整參數時，將自動進行變更。

三 造形因子評價與喜好度調查

歸納出眼鏡的基本型態後，與具有 10 年產品設計經驗之專家討論，再從中挑選

出 10 個在眼鏡型態上具有代表性，以及差異性較大的黑框眼鏡樣本，進行型態分析，主要做為產生衍生式眼鏡型態的參數基礎，以及後續問卷調查與分析的造形細節參考。

3.1 眼鏡樣本正視圖

遴選後的樣本正視圖整理如下圖 6。

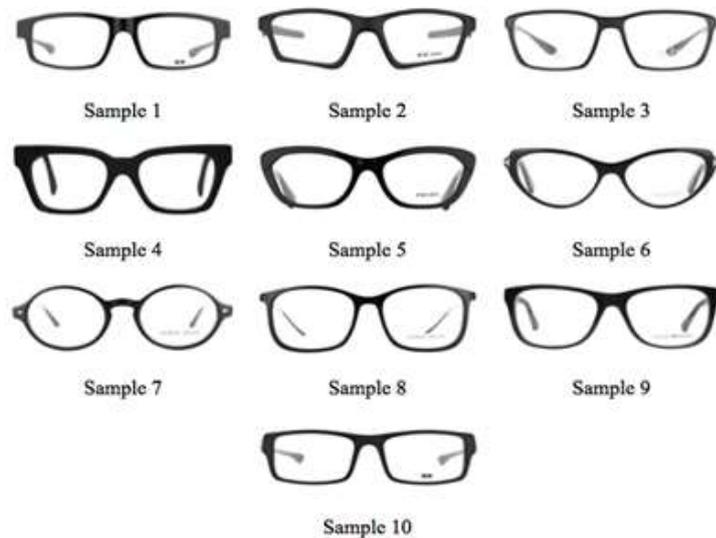


圖 6 | 眼鏡樣本正視

3.2 形容詞選定

以上一階段的問卷調查結果中適合「眼鏡整體」的 9 個形容詞，也就是「大眾的」、「休閒的」、「簡潔的」、「樸素的」、「個性的」、「年輕的」、「現代的」、「厚重的」、「輕鬆的」做為問卷主要形容詞。

3.3 第二階段問卷結果

統整 3-1、3-2-1 所得之情緒與具代表性的包裝樣本，方式分兩部分進行調查：1. 黑框眼鏡於各項情緒所得之評價。2. 消費者對於各黑框眼鏡樣本的偏好度調查。問卷為單向問卷，評價量尺採用 5 階 Likert 量表，選項由右至左表示情緒強度由弱至強：右側表示負向品質 -2、-1 代表樣本於該情緒項度表現不充足的程度；左側代表正向品質 2、1 代表樣本於該情緒項度表現充足的程度。第二部分同樣採用 5 階 Likert 量表，對於各樣本進行整體滿意度評價，1 分代表滿意度為最低；5 分代表滿意度為最高（圖 7）

5. 樣本01*

請針對圖片左邊「鏡框」的部分進行回答，右半邊是耳角架的部分僅供整體造型參考。



	強	中	弱
(1) 這副眼鏡讓您覺得「個性」的程度為何?*	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
(2) 這副眼鏡讓您覺得「休閒」的程度為何?*	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
(3) 這副眼鏡讓您覺得「大眾」的程度為何?*	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

圖 7 | 研究問卷示意圖

本次共收回 115 份問卷，刪去不適合的問卷樣本後，共得 100 份問卷，其中男生共 21 人，女生共 79 人；年齡介於 18 歲至 20 歲者共 27 人，21 歲至 25 歲者共 62 人，26 歲至 30 歲者共 5 人、31 歲至 35 歲者共 6 人。

3.4 眼鏡型態屬性評價因子

首先，將受測者對於 10 個黑框眼鏡樣本在 9 個造形項目績效評估結果，進行 KMO 與 Bartlett 球型檢定，確認使用因素分析之適切性。其中 KMO 值 = 0.714 (KMO 值大於 0.60，代表取樣具適切性) 表示萃取之共同因素效果顯著。Bartlett 球型檢定亦達顯著性 0.000 的水準，顯示資料適合進行因素分析。根據主成分分析 (Principal Component Analysis)，萃取其因素特徵值 (eigenvalue) 大於 1 的元素，經由正交轉軸最大變數 (Varimax) 經旋轉後所得的因素組成摘要表，如表 1 所示。同時依據 Cronbach's α 判斷結果顯示，各因素構面的 Alpha(α) 值皆高於 0.7，根據 Nunnally(1978) 建議整體構面問項之 Cronbach's α 值至少需大於 0.5，Alpha(α) 值大於 0.7 為可接受之信度，表示三個因素內部的各變數間相當一致與穩定，具可信度。

表 1 | 轉軸後之因素組成摘要表

構面	評價項目	因子 1	因子 2	因子 3	Alpha(α)
年輕	年輕	0.88	0.07	0.09	0.75
	現代	0.87	0.02	-0.01	
	休閒	0.57	0.37	0.36	
樸素	樸素	-0.08	0.89	0.02	0.71
	大眾	0.28	0.75	0.12	
輕巧	厚重	0.04	0.03	-0.92	0.86
	輕鬆	0.43	0.35	0.63	
解釋變異量 (%)		30.42	23.20	20.04	
累積解釋變異量 (%)		30.42	53.62	73.67	

因子分析結果取得三個因子，累積解釋總變量為 73.67%。根據各因子所構成消費者對於眼鏡型態意象項目的意涵（如表 1），進行進一步解釋。

因子一：「年輕」、「現代」與「休閒」，這三個屬性項目描述的是黑框眼鏡給人年輕休閒的氛圍，故稱為「年輕因子」。年輕也是黑框眼鏡給人最普遍的既定印象，選擇配戴膠框眼鏡的消費者希望能給人「年輕」的感受。若想設計出具有年輕感的眼鏡，以塑膠作為鏡框的主要材質較容易成目標。相較於早期傳統的金屬框眼鏡，出現時間較晚的塑膠框眼鏡也給人「現代」的感受。同樣的材質對比也可以在「休閒」感中得到印證：金屬框給人嚴肅的感受，塑膠則相對顯得休閒。

因子二：「樸素」與「大眾」兩項目所描述的則是黑框眼鏡型態不誇張，給人低調且尋常的感受，故稱為「樸素因子」。消費者會因為眼鏡型態以樸素的黑色方形居多，而選擇黑框眼鏡。因此設計黑框眼鏡時，避免張狂的造形較容易受到消費者的喜愛。

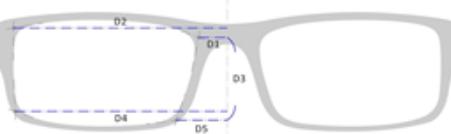
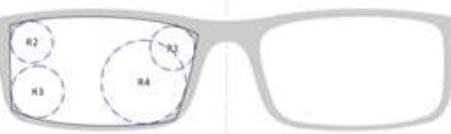
因子三：「厚重」與「輕鬆」，因子三中「厚重」的得分為負，因此將「厚重」修改為意義相反的「輕巧」較為適當。輕巧與輕鬆兩個項目表示黑框眼鏡型態輕巧，不會造成配戴者的負擔，因此將此屬性項目稱為「輕巧因子」。

四 眼鏡型態參數分析

4.1 眼鏡型態分析

眼鏡型態參數分析可以分成 8 組參數，整理成下表：

表 2 | 眼鏡型態參數分析表

型態參數	說明
 <p>圖 8.1 眼鏡基準點位置</p>	<p>找出眼鏡鏡框內緣矩形的四個 R 角之切線，沿切線延伸可得矩形導 R 角前的四個角，角的頂點分別為 P1-P4：矩形內側（近樑架）上端的頂點為 P1；矩形外側（近掛耳腳架）上端的頂點為 P2；矩形內側下端的頂點為 P3；矩形外側下端的頂點為 P4（圖 8.1）</p>
 <p>圖 8.2 距離 D1 至 D5</p>	<p>取得四點後可得到數值 D1 至 D5，解釋如下：D1=P1 至眼鏡中線的距離；D2=P2 至眼鏡中線的距離，D2-D1 決定眼鏡整體寬度；D3=P1 與 P4 投影至中線的距離，決定眼鏡整體高度；D4=P3 至眼鏡中線的距離；D5=P4 至眼鏡中線的距離（圖 8.2）。</p>
 <p>圖 8.3 線段 L1 至 L4 位置</p>	<p>將 P1 與 P2 連線可得線段 L1；將 P2 與 P3 連線可得線段 L2；將 P3 與 P4 連線可得線段 L3；將 P4 與 P1 連線可得線段 L4（圖 8.3）。</p>
 <p>圖 8.4 距離 D6、D7、D9、D10</p>	<p>得到線段 L1 至 L4 後，取各線段中點至矩形四邊頂點距離，可得 D6、D7、D9 與 D10 等四個距離。D6=L1 中點與眼鏡上緣中點的距離；D7=L3 中點與眼鏡下緣中點的距離；D9=L2 至眼鏡外緣中點距離；D10=L4 至眼鏡內圓中點距離（圖 8.4）。</p>
 <p>圖 8.5 角度 <1 至 <4 位置</p>	<p>取得基本的距離數值後，測量線段 L1、L2、L3 與 L4 和水平線夾角的角度，可得 <1 至 <4。<1=L1 與水平線之夾角；<2=L3 與水平線之夾角；<3=L4 與水平線之夾角；<4=L2 與水平線之夾角（圖 8.5）。</p>
 <p>圖 8.6 鏡框四周之粗細</p>	<p>隨後，測量眼鏡鏡框四周之粗細。測量數值如下：D8=眼鏡梁架之寬度；d1=眼鏡鏡框上緣於中點之寬度；d2=眼鏡鏡框外緣於中點之寬度；d3=眼鏡鏡框下緣於中點之寬度；d4=眼鏡鏡框內緣於中點之寬度（圖 8.6）。另外計算眼鏡梁架寬度與鏡框上緣的比例 D8/d1，作為後續造形參考。</p>
 <p>圖 8.7 未導 R 角的鏡框內緣</p>	<p>眼鏡鏡框上緣中點之寬度 (d1)，其餘三邊的寬度則採用比例的方式帶入，最後帶入程式中的比例為 d1:d2:d3:d4=2:1:1:1。取得基本距離與角度數值後，將 P1 至 P4 四點與四邊中點向外延伸後連線，可得未導 R 角的鏡框內緣，圖 8.7。</p>
 <p>圖 8.8 R 角 R1 至 R4</p>	<p>以眼鏡內緣為基準，測量位於 P1 至 P4 的 R 角大小 R1 至 R4：R1=位於 P1 的 R 角直徑；R2=位於 P2 的 R 角直徑；R3=位於 P3 的 R 角直徑；R4=位於 P4 的 R 角直徑（圖 8.8）</p>

依照上述方式取得十個樣本的基本數值資料，統整如表 3。

表 3 | 黑框眼鏡型態樣本分析

	樣 1	樣 2	樣 3	樣 4	樣 5	樣 6	樣 7	樣 8	樣 9	樣 10
D1	7.5	6.5	8.5	7.5	7	10	7	5.5	8	8
D2	57	61	52.5	53	64	50.5	58	62	58.5	56
D3	27.5	28	28.5	21	26	27	29	29	23	27
D4	17.5	16	17	13.5	23	12	16.5	16	13.5	15
D5	51	54	46	43.5	60	59	56	56.5	57.5	55
D6	3	3.5	1	5	6	8	4.5	3	3.5	3
D7	0	2	1.5	0.5	0	0	2	1	2.5	2.5
D8	9	7	10	6.5	7.5	5	4	8	6	8
D9	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0
D10	1.5	1	3	0	3	0	2.5	0	0	2
D2-D1 眼鏡上緣寬度	49.5	54.5	44	45.5	53	40.5	51	56.5	50.5	48
D5-D4 眼鏡下緣寬度	33.5	38	29	30	37	47	39.5	40.5	44	40
D3+D6+D7 眼鏡高度	30.5	33.5	30	26.5	32	35	35.5	33	29	32.5
d1	2.5	2	4	3.5	3	2	2	2	2	2
d2	1.5	3	4	4	4	2	2	3	3	2
d3	1.5	1.5	2	2	2	2	2	1	1.5	2
d4	4	3	5	4	4	4	2	3	3	3
D8/d1	3.6	3.5	2.5	1.85	2.5	2.5	2	4	3	4
<1	0.5	1	1.5	2.5	5.5	-1	1	2	2.5	-1
<2	10	0.7	0	0	5	-3	1.5	-2	2	4
<3	70	70	74	73.5	58	86	72	70	76	75
<4	76	76.5	78	69	84	87.5	86	80	87	87
R1	10	11	19	13	19	36	17	20	11	12
R2	11	10	17	13	14	32	15	15	8	8
R3	15	17	18	26	53	49	32.5	28	9	12
R4	18	19	23	32.5	36	36	35.5	32.5	16	14

4.2 型態參數與評價構面之相關性

為了解不同型態參數與手法所產生的變化與黑框眼鏡屬性評價的相關性，進一步應用數量化 I 類分析模式加以探討。研究將眼鏡的型態因素拆解成最基本的構成元素(點、線、角度、距離及粗細)，各個造形皆可得到一組確切數值。再參考相關文獻，得知眼鏡整體傾斜的角度、鏡框粗細、鏡框圓弧程度(四周 R 角)的大小為影響眼鏡感性之最主要的型態因素。根據上述基礎與 10 個測試樣本所具有的特徵，應用型態分析法(morphologic Analysis)進行型態參數的拆解與分類，最後建構出影響消費者評價之 12 項黑框眼鏡型態參數，與型態參數項目說明、其各項目的型態因子(類目)變化如表 4 所示。

表 4 | 黑框眼鏡型態參數項目與定義

A	眼鏡上緣傾角 (<1)	(1) 上揚 (外高內低); (2) 水平; (3) 下垂 (外低內高)
B	眼鏡下緣傾角 (<2)	(1) 上揚 (外高內低); (2) 水平; (3) 下垂 (外低內高)
C	眼鏡外緣角度 (<4)	(1) 垂直; (2) 內收
D	樑架與鏡框寬度比 *	(1) 粗: 樑架與鏡框粗細具有強烈落差; (2) 細: 樑架與鏡框粗細比例和諧
E	鏡框上緣粗細 **	(1) 粗; (2) 細
F	鏡框上緣長度 D2-D1	(1) 寬; (2) 中等; (3) 窄
G	鏡框下緣長度	(1) 寬; (2) 中等; (3) 窄
H	鏡框高度 D3+D6+D7	(1) 窄; (2) 標準: 30~32mm; (3) 寬
I	眼鏡上緣外側 R 角 (R2)	(1) 小; (2) 中等; (3) 大
J	眼鏡下緣外側 R 角 (R3)	(1) 小; (2) 中等; (3) 大
K	眼鏡下緣內側 R 角 (R4)	(1) 小; (2) 中等; (3) 大
L	眼鏡上緣內側 R 角 (R1)	(1) 小; (2) 中等; (3) 大

* 觀察得知樑架寬度與鏡框粗細之間的關係密不可分，依比例做為考量較單純考慮兩者寬度為合適

** 後續產生衍生式鏡框造形時僅以此數值做為參考，其餘三邊則依比例變動，因此只討論眼鏡上緣的粗細程度

研究為釐清型態參數 / 類目與偏好度、因子構面之相關性，進一步進行數量化 I 類分析。數量化 I 類是處理「有目的變數時」的手法之一，與複迴歸是非常類似的手法。而與複迴歸不同之處，在於說明變數的尺度上，複迴歸使用的是連續數值，而數量化 I 類則是使用名目尺度。研究分析是以 10 個測試樣本之各項形容詞得分與偏

好度為依變數，而測試樣本之型態參數 / 類目 (名目尺度)，以為自變數，分別進行數量化 I 類之分析，以找出影響黑框眼鏡設計之重要因子，作為品質改善與提升使用者偏好度之造形發展的參考依據。數量化 I 類的分析結果，如表 4 所示。

其中，複判定係數 (coefficient of multiple determination, 以 R2 表示) 用以解釋型態參數對於依變數變異量的解釋能力，R2 介於 0-1 之間，數值越大解釋力越佳。偏相關係數 (partial correlation coefficients) 值的大小說明各自變數 (型態參數) 與依變數之間的關係性強弱。複判定係數與偏相關係數及其它造形細節，於各表格下方解釋。

表 5 | 數量化 I 類結果：大眾的、現代的

造型參數		大眾的		現代的	
項目	類目	類目得點	偏相關係數	類目得點	偏相關係數
A	眼鏡上緣傾角(<1)	A1 上揚	-0.05	0.77	-0.19
		A2 水平	-0.37		0.05
		A3 下垂	0.69		0.41
B	眼鏡下緣傾角(<2)	B1 上揚	-0.31	0.70	-0.27
		B2 水平	0.46		0.27
		B3 下垂	0.09		0.28
C	眼鏡外緣角度(<4)	C1 垂直	-0.08	0.44	0.07
		C2 內收	0.32		-0.27
D	樑架與鏡框寬度比	D1 落差	-0.45	0.79	-0.30
		D2 和諧	0.30		0.20
E	鏡框上緣粗細	E1 粗	-0.25	0.80	-0.08
		E2 細	1.02		0.33
複相關係數		0.91		0.98	
決定係數 R ²		0.83		0.95	
常數項(X)		2.71		2.65	
F	鏡框上緣長度 D2-D1	F1 寬	0.04	0.14	-0.41
		F2 中等	0.05		0.08
		F3 窄	-0.12		0.14
G	鏡框下緣長度	G1 寬	0.38	0.49	0.26
		G2 中等	-0.32		-0.39
		G3 窄	0.22		0.59
H	鏡框寬度 D3+D6+D7	H1 窄	-0.41	0.64	-0.75
		H2 標準	0.54		0.03
		H3 寬	-0.16		0.28
複相關係數		0.79		0.68	
決定係數 R ²		0.62		0.46	
常數項(X)		2.71		2.65	
I	眼鏡上緣外側 R 角(R2)	I1 小	-0.85	0.65	-0.47
		I2 中等	0.46		0.18
		I3 大	1.10		1.01
J	眼鏡下緣外側 R 角(R3)	J1 小	0.35	0.48	0.19
		J2 中等	0.52		0.19
		J3 大	-0.45		-0.19
複相關係數		0.66		0.92	
決定係數 R ²		0.44		0.86	
常數項(X)		2.71		2.65	
K	眼鏡下緣內側 R 角(R4)	K1 小	0.12	0.08	-0.24
		K2 中等	-0.02		0.17
		K3 大	-0.04		0.00
L	眼鏡上緣內側 R 角(R1)	L1 小	-0.25	0.38	-0.21
		L2 中等	0.14		0.06
		L3 大	0.68		0.82
複相關係數		0.39		0.95	
決定係數 R ²		0.15		0.91	
常數項(X)		2.71		2.65	

「大眾的」與「現代的」兩個形容詞之中，決定係數 R^2 於項目 A 至項目 E 皆大於 0.8；「現代的」項目 I 至 L 的決定係數 R^2 也大於 0.8，表示項目解釋能力佳。兩個形容詞中較重要項目的解釋如下：

「大眾的」：眼鏡上緣角度下垂、下緣角度水平、樑架與鏡框之間的粗細比例無明顯落差且鏡框整體偏細，換言之，整體造形並無特別突出的部分的鏡框，較容易給消費者「大眾」的感受（圖 9）。

「現代的」：眼鏡上下緣角度下垂、外緣角度呈現垂直、樑架與鏡框粗細無明顯落差且鏡框整體偏細的眼鏡，給人現代的感受。眼鏡上緣的 R 角尺寸偏大也容易給人現代的感受（圖 10）。



圖 9 | 「大眾的」鏡框範例



圖 10 | 「現代的」鏡框範例

4.3 感性衍生造形設計

依照樣本資料產生的數據建立出衍生式眼鏡模型，以「現代的」形容詞為代表，進行衍生造形的項度測試，主要原因在於「現代的」形容詞在 A-L 共 12 個項度中，有 8 個具有較佳的解釋能力，表示形容詞與衍生眼鏡型態的相關性有最好的效果。由數量化 I 類的結果可得知：對於「現代的」形容詞具有影響力的型態類目為：A 眼鏡上緣傾角 (<1)、B 眼鏡下緣傾角 (<2)、C 眼鏡外緣角度 (<4)、D 樑架與鏡框寬度比、E 鏡框上緣粗細、J 眼鏡上緣外側 R 角 (R_2)、L 眼鏡下緣內側 R 角 (R_4) 和 I 眼鏡上緣內側 R 角 (R_1)，等 8 個項目。以 A 眼鏡上緣傾角 (<1)、B 眼鏡下緣傾角 (<2) 和 J 眼鏡上緣外側 R 角 (R_2) 三個項目進行調整。依照數量化 I 類結果，A 眼鏡上緣傾角 (<1) 下垂、B 眼鏡下緣傾角 (<2) 下垂和 J 眼鏡上緣外側 R 角 (R_2) 較大，可得到最具有「現代」感的鏡框造形如圖 11.1。

隨後逐步減少「現代」的程度（參考圖左測的調整軸），可以得到「現代感」逐漸減少的眼鏡樣本，如圖 11.2 ~ 5。造形中 A 眼鏡上緣傾角 (<1) 逐漸上揚，但由於樣本中的角度範圍較狹窄，相較於其他兩項特徵，項目 A 較看不出具體的變化；B 眼鏡下緣傾角 (<2) 也是隨著角度上揚而減少樣本的「現代」感；最後一個調整項目則是 J 眼鏡上緣外側 R 角 (R_2)，隨著「現代」感的程度降低逐漸變小。將各項影響

現代感的數值調整至最低，也就是 A 眼鏡上緣傾角 ($\angle 1$) 上揚、B 眼鏡下緣傾角 ($\angle 2$) 上揚和 J 眼鏡上緣外側 R 角 (&math>R2</math>) 較小，可得到最不具有「現代」感的鏡框造形如圖 11.6。

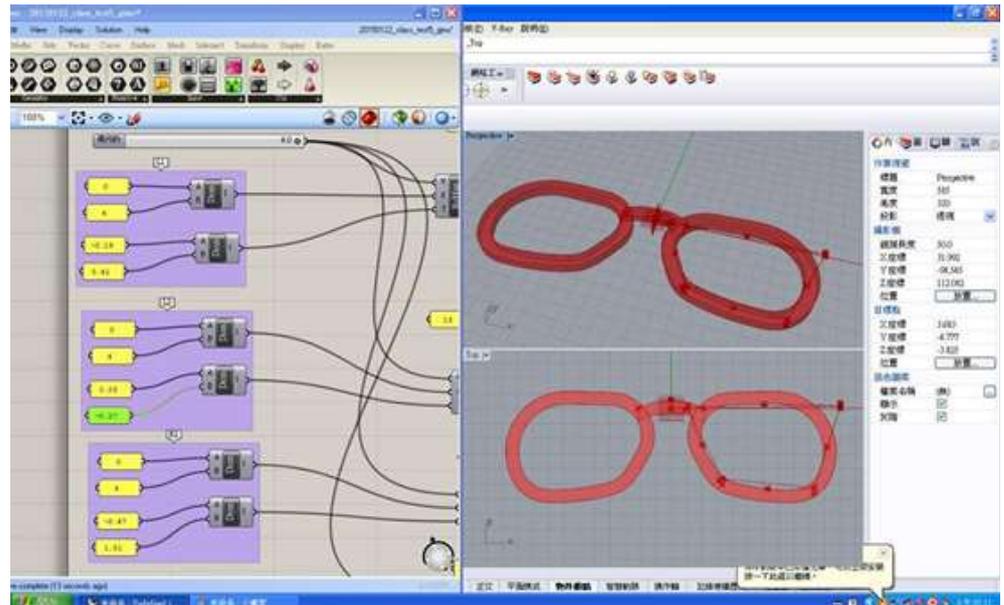


圖 11.1 | 最具有「現代」感的鏡框造形

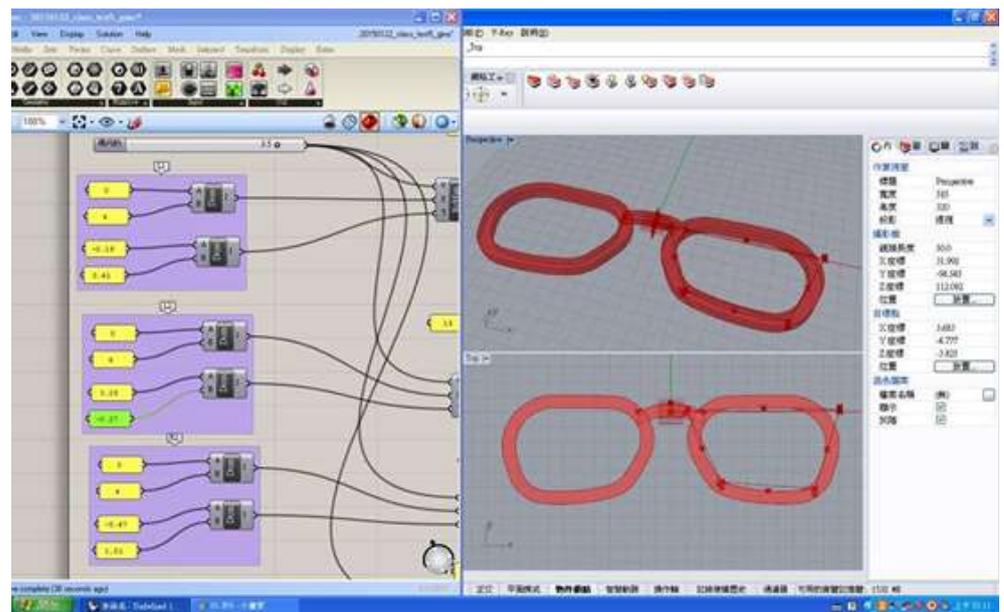


圖 11.2 | 鏡框造形漸變 1

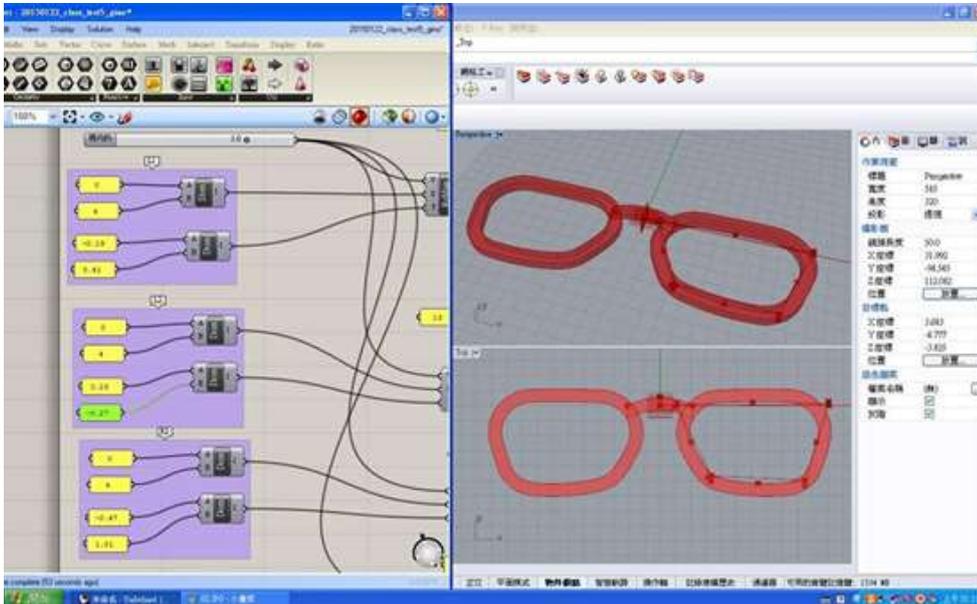


圖 11.3 | 鏡框造形漸變 2

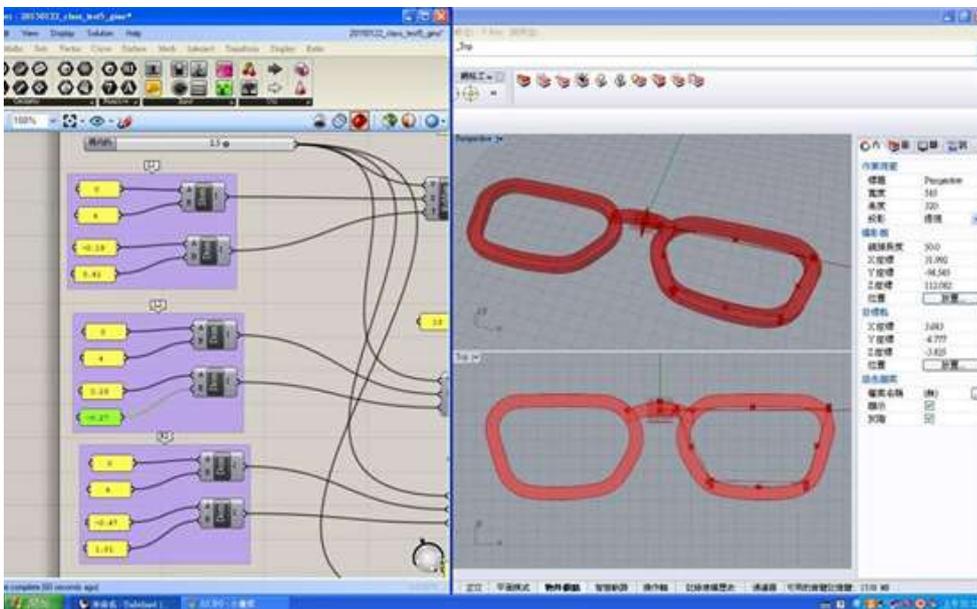


圖 11.4 | 鏡框造形漸變 3

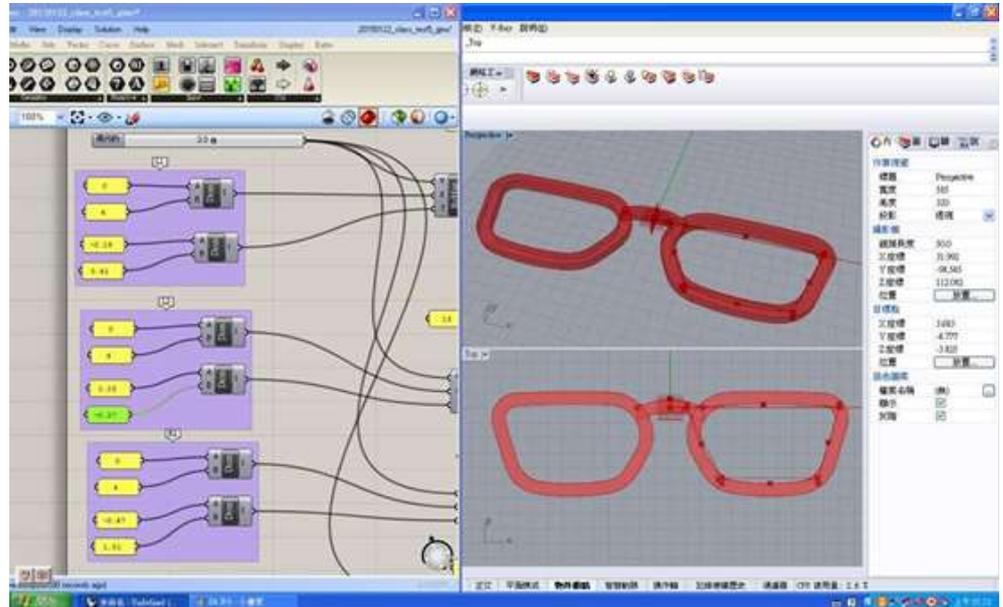


圖 11.5 | 鏡框造形漸變 4

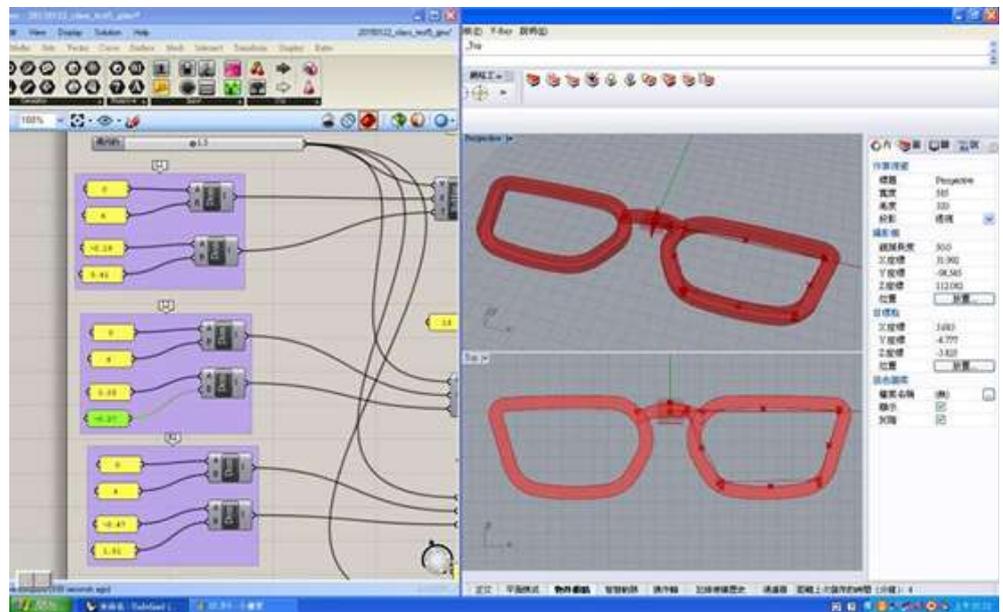


圖 11.6 | 最不具「現代」感的鏡框造形

五 結論與建議

本研究在型態因子評價與喜好度調查中，經過因子分析後得到三個因子，分別為「年輕」「樸素」和「輕巧」。再進行數量化 I 類分析，得到項目 A 眼鏡上緣傾角 (<1)、項目 B 眼鏡下緣傾角 (<2)、項目 D 樑架與鏡框寬度比、項目 E 鏡框上緣粗細，對於「個性」、「休閒」、「大眾」、「現代」、「年輕」、「樸素」六項感性均有明顯的正面影響力。但上述特徵對於厚重與輕鬆的影響力不明顯。項目 F 鏡框上緣長度 D2-D1、項目 G 鏡框下緣長度、項目 H 鏡框寬度 D3+D6+D7，對於厚重感的影響力較為強烈，偏相關係數皆大於 0.9；對於輕鬆感的影響力也不小，偏相關係數皆大於 0.7。最後，造形特徵與簡潔之間的關連較不明顯，推測黑框眼鏡已經是受測者認知中最簡潔的型態，導致沒有特別影響簡潔的造形特徵。

在眼鏡型態參數分析中，依照樣本研究的資料產生的數據建立出衍生式眼鏡模型，再將數量化 I 類所得之偏相關係數輸入程式，做為影響各造形尺寸前的常數項，偏相關係數越大，表示該造形因子對於感性的影響力越大，進行尺寸上調整時的變化幅度也相對劇烈。最後，以「現代的」形容詞為代表，主要原因在於「現代的」形容詞相對的項度中，在 A-L 共 12 個項度中，有 8 個具有較佳的解釋能力，表示形容詞與衍生眼鏡型態的相關性有最好的效果，本研究僅針對「現代的」形容詞來進行衍生眼鏡型態。最後得到黑框眼鏡的基本型態和依照「現代的」做為影響尺度的眼鏡模型。

參考文獻

- Alexander, C., 1964, Notes on the Synthesis of Form. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Barrios, 2004, Barrios, C Parametric Gaudi, in: Proceedings of the VIII International Congress of the Iberoamerican Society of Digital Graphics SIGraDi. Sao Leopoldo, Brazil.
- Chien, S. F., 1998, Supporting information navigation in generative design systems. Ph.D. Dissertation, School of Architecture, Carnegie Mellon University, Pittsburgh.
- Desmet, P. M. A., Overbeeke, C. J., and Tax, S. J. E. T., 2001, Designing products with added emotional value: Develop application of an approach for research through design. The Design Journal, 4(1), 32-46.
- Hernandez, C.R.B., 2005, Thinking parametric design: introducing parametric Gaudi, Design Studies, vol. 27, no. 3, 309-324.
- Nagamachi, M., 1995, Special Issue-Kansei Engineering : An ergonomic technology for product development, Industrial Ergonomics, Vol.15, No.1.
- Norman, D., 2005, Emotional Design: Why We Love (or Hate) Everyday Things, Basic Books.
- Krish, S., 2011, A practical generative design method. Computer-Aided Design 43 (1), 88-100.
- Osgood, C. E. Karwoski, T. F. & Odbert, H. S., 1942, Studies in synesthetic thinging: II. The roles of form in visual responses to music. Journal of Social Psychology, 28, 199-222.
- Oxman, R., 2006, Theory and Design in the First Digital Age. Design Studies, Vol. 27 No. 3.
- Skarka, W., 2007, Application of MOKA methodology in generative model creation using CATIA, Engineering Applications of Artificial Intelligence, 20, 677-690.
- Saul, G., Lau, M., Mitani, J., & Igarashi, T., 2011, SketchChair: An all-in-one chair design system for end users. In Proceedings of the 5th International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction (pp. 73-80). New York, NY: ACM Press.
- 游萬來、葉博雄、高曰菖，1997，“產品意象及其表徵設計的研究－以收音機為例”，設計學報，二卷，一期，頁 31-45，11 月。
- 詹若涵，2004，產品意象與造形特徵之對應關係探討，銘傳大學設計管理研究所碩

士論文。

莊錦昌，2001，網頁介面使用性之探討與意象之研究，成功大學工業設計研究所碩士論文。

王宗興，2001，自行車車架造形特徵對意象認知影響之研究，2001 海峽兩岸工業設計學術及實務研討會論文集，第 289-294 頁。

呂佳蓓、陳國祥，2013，紙的感性研究 - 以文化用紙為例，感性學報，第一卷，第二期，第 84-103 頁。