

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

產品造形衍生模式之整合性研究(I)

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC91-2213-E-009-104-

執行期間：91年08月01日至92年07月31日

執行單位：國立交通大學應用藝術研究所

計畫主持人：莊明振

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 92 年 10 月 31 日

產品造形衍生模式之整合性研究

計畫編號：NSC 91-2213-E-009-104-91R322

主持人：莊明振 cming@cc.nctu.edu.tw

複合意象空間為推論基礎的產品造形衍生模式之研究

關鍵詞：感性工學、造形特徵、造形衍生、造形均化、基因演算

一、緒論

在 Kano 提出的品質模式中指出，當產品基本機能因素達到某一程度後，機能因素的加強對於消費者滿意度的增加即不顯著。相對地，隨著興奮因素達到越多，消費者越能有歡心的感受，滿意度亦越高。(4)換言之，如何在提供產品機能之外，更賦予產品適當造形以滿足消費者感性與象徵需求，以達到興奮因素的加強是值得深究的課題。而感性工學 (Kansei Engineering) 的發展，提供了設計者一定量分析的技術，以了解產品形態特徵與消費者感性的相關性，達到有效掌握消費者感性與偏好的目的。在設計實務工作中，設計者經常面對消費者對於複合意象的需求；然而，在相關感性工學研究中 (1、2、3、4、5、6、7)，有關產品感性的評價分析上，多以單一形容詞對與形態特徵的相關性為主，有關複合意象之形態特徵組合的推論機制並未加以探討，因此，本研究以複合意象空間為感性推論基礎，建構一符合消費者多元感性需求之產品造形衍生模式。同時，在產品開發實務中，設計者經常應用意象圖 (image map) 之分析模式，以為思考產品定位策略的依據，但是意象圖在應用上有其侷限性，第一的限制是最多僅能表達三個向度的資料，一般為三個意象形容對，過多的資訊向度並不易表達與被人理解；第二是意象圖僅能提供產品定位的概念與趨勢，並不能實際提供產品形態特徵與意象定位策略的具體關係性；因此，本研究為解決單一意象指標所建議之形態特徵組合的應用侷限問題，並達到符合產品意象定位之造形衍生模式之建構，提出一以複合意象空間為感性推論基礎的造形衍生模式，以符合消費者多元感性的需求。研究中推論機制的建構是應用基因演算法 (Genetic Algorithm, 簡稱 GA)，主要目的在於改善傳統統計分析的線性單一處理模式，藉由對所有造形特徵因子項目的同步搜尋，進行重要性與效益值的同時評估特性，期能較符合人類非線性的思維結構，在形態組合的衍生與發展上能有較佳推論與解答。

基因演算法是基於自然選擇的一項最佳化搜尋方法，主要精神在於仿效自然生物“物競天擇，優勝劣敗”的進化法則。首先隨機挑選幾個基因 (gene) 去完成工作，其中表現較佳的就留下來，不好的就淘汰。然後配留下來的基因就一對一地互換 (crossover) 產生後代，並予以突變 (mutation) 再讓它完成工作，如此一代一代的遺傳演化中，基因會越來越優良，越能達成最佳工作目標。而 GA 主要目的在於建立一個保有自然特性的人工遺傳系統 (artificial genetic system) 並模擬和解釋生物自然進化的過程。而這種模擬族群遺傳 (population genetics) 與適者生存法則融入問題求解的過程，已經成功的解決傳統系統無法克服的問題，而將此系統稱為遺傳演算 (GA S)。而遺傳演算與傳統演算或其他搜尋法的差異在於：

1. 遺傳演算法的運算因子 (交配、突變) 是直接作用在參數 (parameter) 的編碼上，而非參

數本身。

- 2.遺傳演算法是多點搜尋法，而非單點搜尋法。傳統上許多搜尋最佳解的方法都是搜尋空間中的某一點，利用某些變遷規則（transition rule）以決定出下一點應該往空間座標軸的方向移動，尤其對許多峰谷的函數極易找到錯誤的峰值。
- 3.遺傳演算法只需要代價（payoff）資訊，只要使用適存函數計算即可（或稱目標函數），不需要導數等複雜的數學計算或其他搜尋法則所需要的一些目標函數值以外的輔助訊息。
- 4.遺傳演算法變遷規則是隨機而非決定性，其不同於一般傳統的搜尋法則。遺傳演算在搜尋過程中採用許多的隨機方法，但並非雜亂無章，搜尋方向及區域必須根據性能指標隨時調整並改善，可以探索到每一個可能的機會，因此較容易找到最佳解。

有關產品的造形的發展，大致可分為抽象的形象轉化，例如，概念設計(concept design)、情景設計(scene design；獨特的風格展現，例如，曼菲斯(Memphis)、流線形(streamlining)、後現代主義(post modernism)等風格的操作；與明確步驟的依循，例如，型態分析法(morphological analysis)、造形文法(shape grammar)、造形均化法（shape averaging）等三種類型，前兩種類型在造形發展上主要仍是依賴設計者的暗箱思維，較不適用於產品感性量化的分析；相對地，明確步驟的依循模式，即提供感性造形分析與發展的基礎。因此，在相關感性工學研究中，多藉由形態分析法的進行，獲取不同產品形態組合與變化，取得感性量與設計因子的相關性。在明確步驟的依循模式除了型態分析法之外，造形均化法的應用亦能提供不同造形發展的路徑。因此，本研究亦藉由形態分析法與造形均化法的應用，分別探討產品形態特徵組合與產品造形均化過程中的消費者感性認知變化趨勢，藉由感性推論機制的績效比較，期能提出最符合消費者感性認知之造形衍生模式。

二、研究方法

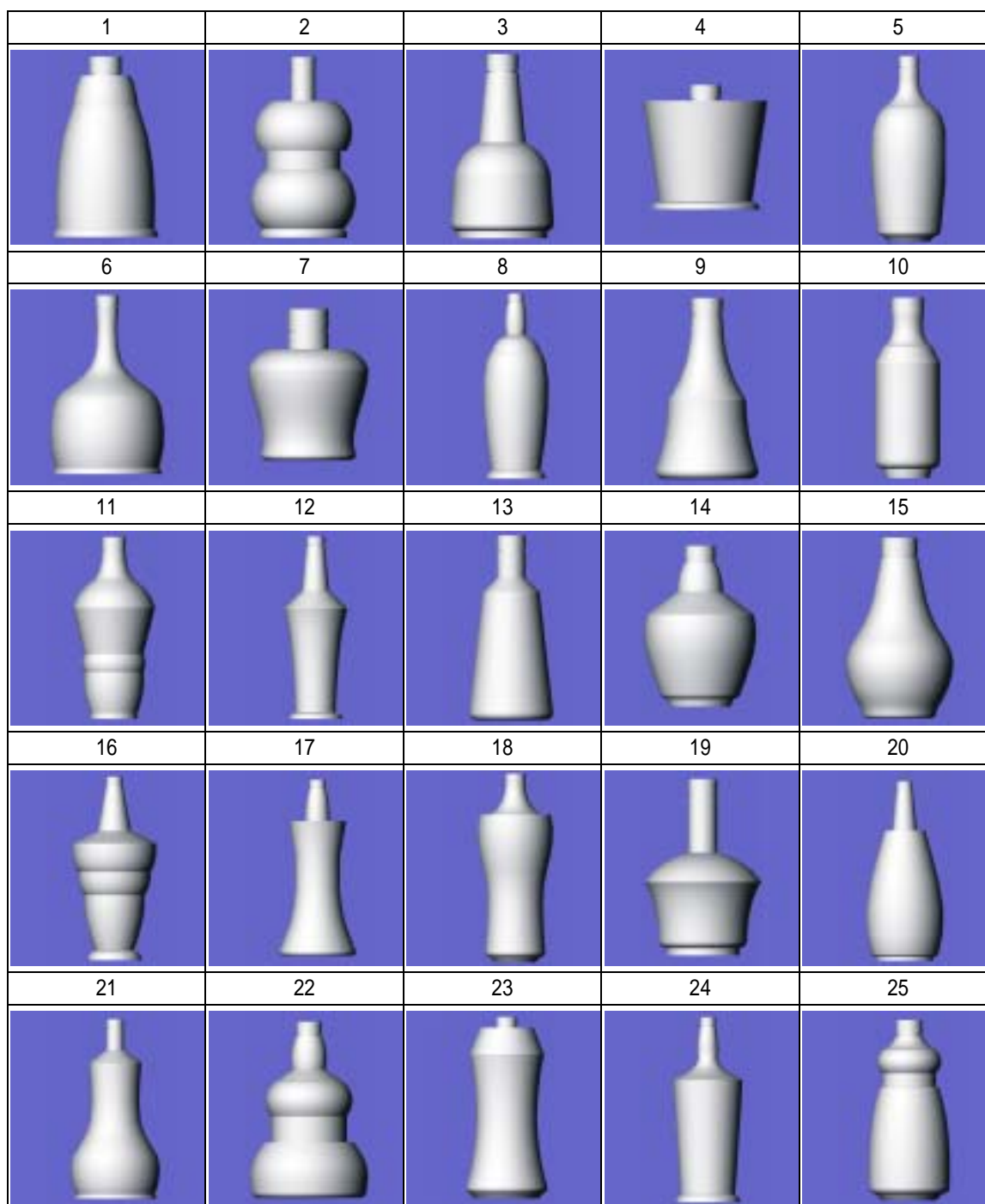
研究的進行分為三部份：1.複合意象認知空間的建構，研究以瓶子的造形為探討對象，藉由語意調查（semantic differential，SD法）的進行，針對調查結果應用因子分析法，取得消費者感性意象認知空間；2.產品形態特徵為基礎的感性造形衍生模式建構，藉由形態分析法的應用，針對瓶子造形進行特徵之拆解，應用感性工學技術，以獲取產品形態特徵與個別意象的相關性。同時，為取得滿足消費者複合意象要求與產品意象定位需求之較佳產品形態組合，導入基因演算法模式，以達到設計最佳化的目標。3.造形均化法為基礎的感性造形衍生模式的探討，研究是藉由以特徵導向為基礎的均化演算法，進行瓶子造形的均化，並針對均化處理後之樣本進行SD法的調查，藉由意象認知的評價結果，探討造形均化過程中的形態漸變程度與消費者之意象評價相關性，以為建構感性造形衍生模式之基礎。

2-1 複合意象認知空間的建構

（1）測試刺激樣本建構：從相關專業書籍、設計雜誌與年鑑中取得不同“瓶子”的設計圖片，初步先行蒐集120個樣本，並翻拍成4*6吋的黑白相片，“色彩因素”不予考量。再委由6位成功大學工業設計研究所研究生所組成的焦點小組(focus group) (15、19)，應用形態分析法將樣本所具有之形態特質，予以解構為組成之設計單元。並經由焦點小組的充分討論與分析，歸納出影響瓶子造形感性評價的形態特徵，如表一所示。同時，再考量測試刺激樣本的代表性與

減輕受測者測試負荷，根據形態分析表（表一），以實驗計劃法的方式，挑選出代表性之 25 個樣本，如圖 1 所示。

圖 1 根據實驗計劃法造形屬性設定所建構之測試樣本



（2）感性語彙的挑選：感性語彙的挑選是由相關專業書籍、雜誌與研究論文(1、2、4、6)中找出適合於形容產品意象的 60 組形容詞對。再委由 2-1 之焦點小組成員進行討論，根據測試刺激樣本所具有之感覺意象特質，捨去不恰當的形容詞對後、挑選出較適當的 10 組形容詞對，如表三所示。

（3）造形感性評價資料的取得 語意差異法調查：為建立瓶子造形與感性語彙間的關係，以建構複合意象認知空間，接著對 40 名受測者進行 SD 語意調查，以 10 組的形容詞對為量尺，

採用 7 階的 Likert 量表（分析時，由左至右分別給予 1-7 分），測試刺激樣本為上述 25 個瓶子。

表 1 測試樣本造形屬性與水準之設定

屬性	A.瓶頸曲線造形	B.瓶口曲線造形	C.瓶身曲線造形	D.瓶底曲線變化	E.瓶身曲線變化的趨勢	F.瓶高比例
水準	A1直線 A2外凸曲線 A3外擴直線 A4無 A5內凹曲線	B1外擴直線 B2一字型直線 B3外凸曲線 B4內凹曲線	C1外凸曲線 C2內凹曲線 C3直線 C4複合形	D1大於瓶身 D2小於瓶身 D3與瓶身齊之三角修飾	D4下凸 D5上凸 D6相近	D7瘦長 D8矮胖

表 2 實驗計劃法取得之測試樣本造形屬性設定

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
A	4	1	3	4	1	5	4	2	5	5	5	3	1	2	3	3	2	5	1	3	1	2	4	2	4	
B	3	2	3	2	4	1	1	3	4	1	3	1	1	1	4	1	2	2	3	2	1	1	1	1	4	4
C	1	4	3	3	1	1	1	1	2	3	4	2	3	1	1	4	2	1	2	1	1	4	2	3	4	
D	1	1	2	1	2	1	3	1	1	2	3	1	3	2	3	1	3	2	2	2	1	2	2	1	2	
E	1	3	1	2	2	1	2	3	1	3	2	2	1	2	3	2	1	2	2	1	1	1	3	2	1	
F	1	2	2	2	1	2	2	1	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	

表 3 SD 測試用形容詞對

女性	男性	機能	裝飾	柔軟	堅硬	新潮	傳統	單調	有趣
年輕	成熟	動感	靜態	輕巧	厚重	樸素	華麗	簡潔	複雜

2-2 產品形態特徵為基礎的複合意象造形衍生模式建構

(1) 建立意象形容詞對與產品形態特徵之量化關係：分析是以 25 個測試樣本（圖一）之形態分析所得的設計因子為自變數，分別以 10 組形容詞對（表三）的感性評價平均值為依變數，對每一組形容詞對進行聯合分析，以找出造形因子對感性語彙的效益值與重要性，利用聯合分析建立瓶子造形因子與感性語彙間的關係。

(2) 建構產品感性評價值與意象認知空間座標值（因子得分）的對應關係式：將受測者之意象評價結果進行因子分析，以取得受測者意象認知空間，藉由分析結果可找出因子得分係數矩陣（Component Score Coefficient Matrix），藉由產品在 10 個意象形容詞對的得分與係數矩陣資料，即可求得任一新樣本在此意象空間的座標位置（值）。

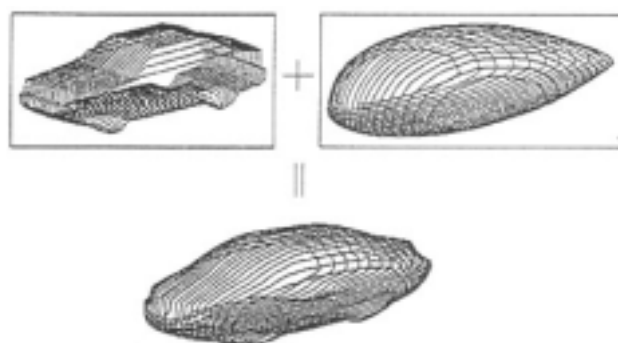
(3) 以基因演算法建構最佳化造形推論機制：此推論模式的目的，在於找出滿足設計者與使用者的複合意象需求，同時亦能配合產品意象定位（特定的意象空間位置/座標值）的造形方案。而基因演算法尋優之資料庫是以聯合分析所得的造形因子項目效益值與意象評價之相關性為基礎，再藉由產品意象得分與意象空間座標值的推論關係，以找出最佳造形形態組合。同時，藉由使用者介面設計與製作，能有效提供一符合特定產品定位與複合意象需求的造形衍生工具。

2-3 造形均化法為基礎的複合意象造形衍生模式的探討

造形均化法的提出，是藉由造形的量化，以計算出不同產品的平均造形。Chen (1986) 曾藉由造形均化法，將造形予以量化，並藉由平面與立體模型的建構，平均運算的選取與執行，將一組造形計算出代表性圖形，如圖二所示。(12) 然而，均化法提供了一造形發展的路徑，但是有關於均化過程的形態變化與意象變化得相關性，在過去並未加以探討。在追求感性造形衍生

的目標下，確實有加以釐清的必要。因此，此部份研究的重點，在於探討造形均化漸變過程中，人類對於造形意象的感知。藉由實驗的進行探討受測者對數理造形均化的結果，是否符合人類的形態認知期望，找出人類對於形態均化的認知判定趨勢，以修正相關均化模式，以期所架構之衍生模式能符合使用者的認知。

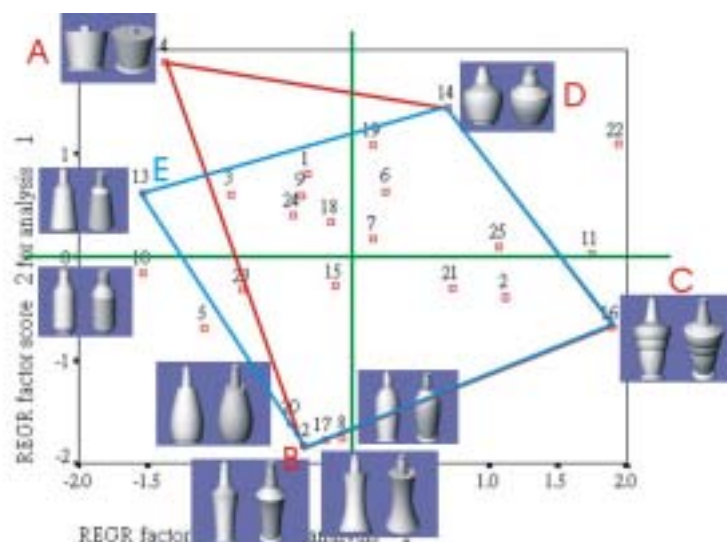
圖 2 汽車與水滴造形之均化 (S. Chen , 1986)



研究進行步驟包括：(1) 均化代表樣本的挑選：以 2-1 研究所建構之意象空間為基礎，以空間邊界點與因子得分極端值為代表樣本挑選的根據，取得二組樣本，分別為：A、B、C、D 與 E、B、C、D，以為造形均化的樣本，如圖三所示。

(2) 以均化法進行造形的衍生：應用特徵導向式造形均化法進行不同比例 (25 %、50 %、75 %) 的造形摻合 (shape blending)，以衍生出 27 個不同的均化造形，如圖四所示，以為 SD 語意調查的測試刺激樣本。

圖 3 造形均化的代表樣本

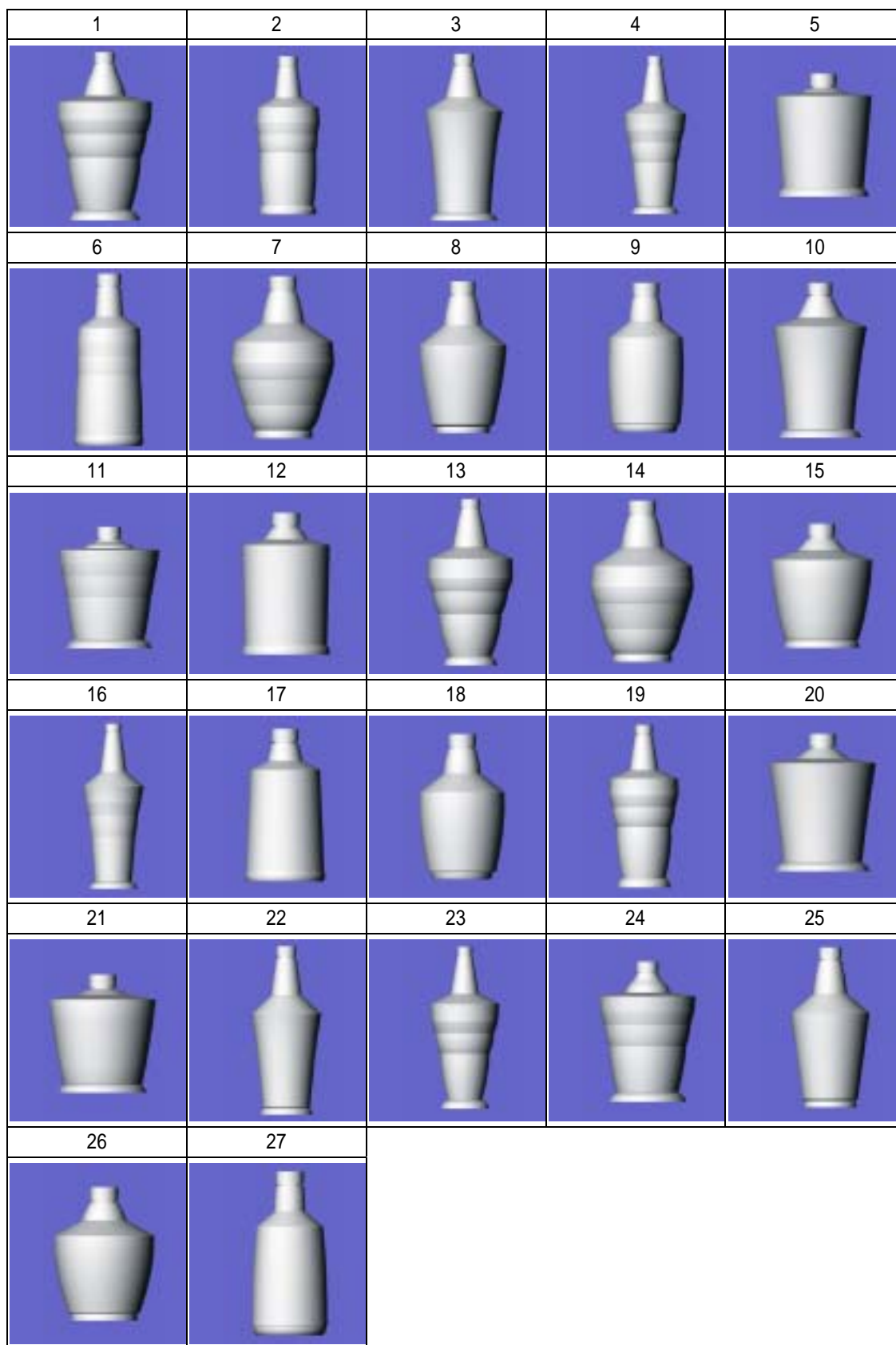


(3) SD 語意調查：委請 2-1 之 40 名受測者，針對 27 個測試刺激樣本 (圖 4)，以相同的 10 個形容詞對 (表三) 為量尺，進行 SD 語意調查。

(4) 形態漸變與意象變化之相關性探討：將受測者對各測試樣本之感性評估結果予以分析，並應用因子得分係數矩陣 (Component Score Coefficient Matrix)，求得均化樣本之因子得分 (空間

座標值), 並回置於原始意象空間, 探討造形均化與意象變化之相關性。

圖 4 以特徵導向為基礎之均化模式所產生之測試樣本



三、研究結果與討論

3-1 感性評估結果與意象認知空間的建構

首先，將 40 位受測者對各意象形容詞的感性評估結果予以平均，如表四所示。

表 4 感性評價與因子得分之矩陣得分表

NO.	女性- 男性	年輕- 成熟	機能- 裝飾	靜態- 動感	柔軟- 堅硬	厚重- 輕巧	新潮- 傳統	華麗- 樸素	單調- 有趣	簡潔- 複雜	因子1	因子2
1	0.27	0.47	-0.10	0.37	0.13	1.33	0.93	-0.87	-0.07	-0.40	-0.326	0.799
2	-1.00	-0.27	0.83	-0.83	0.00	1.03	-0.57	0.30	0.70	0.63	1.119	-0.386
3	0.53	0.47	-0.23	0.97	0.73	0.20	0.73	-0.33	-0.77	-0.93	-0.896	0.610
4	1.50	0.77	-0.17	1.60	2.17	2.03	0.57	-1.07	-1.27	-1.73	-1.370	1.883
5	-1.03	0.20	-0.37	-0.37	-0.33	-0.17	0.50	-0.77	-0.77	-1.37	-1.081	-0.683
6	0.17	0.67	0.60	0.20	0.03	1.13	0.43	0.00	0.10	-1.03	0.247	0.636
7	-0.20	0.10	0.17	-0.03	0.90	1.13	-0.57	-0.30	0.30	-0.13	0.145	0.172
8	-1.60	-0.40	0.07	-0.50	-0.77	-1.23	-0.83	0.27	0.23	-0.37	-0.076	-1.760
9	0.77	0.30	-0.13	0.30	1.00	0.97	-0.07	-0.43	-0.33	-0.30	-0.369	0.599
10	0.83	-0.37	-1.20	0.50	0.43	-0.03	0.47	-0.97	-0.73	-0.40	-1.540	-0.158
11	-0.07	0.37	1.30	-0.74	-0.22	0.33	-0.44	0.89	0.96	0.96	1.751	0.027
12	-1.53	-0.83	0.20	-0.13	-0.03	-1.27	-0.97	0.23	0.40	-0.97	-0.357	-1.822
13	0.27	0.53	-0.57	0.67	0.90	0.67	0.87	-1.17	-1.27	-1.37	-1.537	0.625
14	-0.13	1.17	0.47	0.20	0.67	1.83	0.90	0.20	0.07	-0.10	0.697	1.442
15	-1.23	0.93	-0.13	-0.63	-0.50	0.53	0.00	-0.10	-0.33	-1.07	-0.132	-0.290
16	-0.57	-0.33	1.10	-0.87	-0.10	0.03	-1.17	1.13	1.33	1.60	1.895	-0.682
17	-1.73	-0.50	0.60	0.17	-0.40	-1.40	-1.20	0.20	0.27	-1.03	-0.202	-1.775
18	0.27	0.83	-0.40	-0.37	0.13	0.67	0.23	-0.40	0.07	-0.47	-0.165	0.334
19	0.67	0.63	0.23	0.63	0.70	1.00	0.57	-0.07	-0.23	0.17	0.145	1.077
20	-1.33	-0.47	-0.23	-0.70	-0.83	-0.57	-0.53	-0.03	-0.03	-0.87	-0.445	-1.606
21	-1.30	0.43	0.60	-0.20	-0.63	0.37	-0.10	0.33	0.43	-0.07	0.728	-0.312
22	-0.03	0.73	0.87	0.37	-0.33	1.63	0.07	0.73	1.00	1.90	1.934	1.090
23	0.97	-0.27	-0.50	-0.03	0.90	-0.03	-0.57	-0.77	0.23	-0.67	-0.808	-0.330
24	0.30	0.47	0.10	0.17	0.63	0.47	0.30	-0.47	-0.53	-0.57	-0.431	0.410
25	-1.30	0.57	0.40	-0.13	-0.27	0.70	0.10	0.57	0.67	0.70	1.074	0.099

表 5 轉軸後之因素組型摘要表

形容詞	因子 1	因子 2
樸素 華麗	0.909	-0.297
單調 有趣	0.895	-0.322
機能 裝飾	0.895	-0.036
簡潔 複雜	0.879	0.082
輕巧 厚重	0.184	0.925
年輕 成熟	0.104	0.826
新潮 傳統	-0.372	0.772
女性 男性	-0.329	0.771
柔軟 堅硬	-0.443	0.676
動感 靜態	-0.516	0.641
特徵值	3.957	3.796
貢獻度	37.96 %	39.57 %
累積貢獻度	37.96 %	77.53 %

再以這些平均值進行因素分析，根據主成分分析（principle components analysis），萃取出因素特徵值（eigenvalue）大於 1 的二個因素。再經正交轉軸最大變異法（varimax），經旋轉後所得的因素組型摘要表，如表五所示；二個因素的個別解釋變異量為 37.96%與 39.57%，累積解釋總變異量為 77.53%。根據各因素所構成的形容詞涵義，進一步對各因素加以解釋：第一個因素

包含了樸素的、華麗的、單調的、有趣的、機能的、裝飾的、簡潔的、複雜的等 4 組形容詞對，這些形容詞對具有具有複雜度比較的特質，我們稱為複雜性因子；而第二因素包含了輕巧的、厚重的、年輕的、成熟的、新潮的、傳統的、女性的、男性的、柔軟的、堅硬的、動感的、靜態的等 6 組形容詞對，這些形容詞對具有產品情感性比較的特質，我們稱為情感性因子。

同時，藉由因子分析可獲得 25 個測試樣本在此二因子構面的因子得分 (factor scores)，結果如表四中 13、14 欄所示，將此數值所代表的測試樣本與意象因子的關係以座標圖之方式加以表達，如圖四所示，即構成受測者對瓶子造形意象認知的空間。

圖 4 意象認知空間之樣本分布

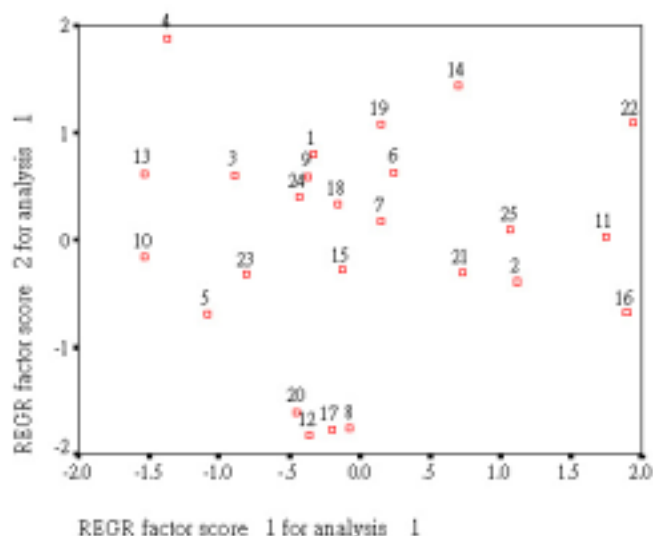


表 6 意象尺度要素平均分數矩陣

		平均值 Adj_{avg}	標準差 STD
女性	男性	-0.262	0.932
年輕	成熟	0.248	0.532
機能	裝飾	0.140	0.575
動感	靜態	0.024	0.597
柔軟	堅硬	0.196	0.698
輕巧	厚重	0.455	0.912
新潮	傳統	-0.014	0.655
樸素	華麗	-0.115	0.617
單調	有趣	0.017	0.670
簡潔	複雜	-0.315	0.905

表 7 因子得分係數矩陣

		因子 1/ C_1	因子 2/ C_2
女性	男性	-0.011	0.199
年輕	成熟	0.122	0.264
機能	裝飾	0.258	0.088
動感	靜態	-0.080	0.139
柔軟	堅硬	-0.055	0.157
輕巧	厚重	0.156	0.302
新潮	傳統	-0.023	0.195
樸素	華麗	0.233	0.010
單調	有趣	0.227	0.001
簡潔	複雜	0.266	0.122

3-2 建構產品感性評價值與意象認知空間座標值的對應關係式

只要取得任一新測試樣本在此 10 個意象形容詞對的得分，藉由意象尺度要素平均分數矩陣與因子得分係數矩陣係數，即可求得此一新樣本在此意象空間的座標位置 (值)。而有關因子得分之運算步驟，說明如下：

首先，必須先求得新測試樣本 W 在 i 個意象形容詞對 (研究計有 10 個形容詞對) 之 Z 值，可表示如下：
$$Z_i = (Adj_i - Adj_{avg}) / STD \quad (1)$$

其中， Adj_i 表示新測試樣本 W 在第 i 個形容詞的意象評價得分， Adj_{avg} 為原始 25 樣本在第

i 個形容詞的意象平均值 (表六), 而 STD 為原始 25 樣本在第 i 個形容詞評分之標準差 (表六)

然後, 將新測試樣本 W 在第 i 個形容詞所求得的 Z 值, 與第 i 個形容詞的因子得分係數相成, 再將其累加, 即為樣本 W 在該因子的因子得分, 可表示如下:

$$W(x, y) = \sum_{i=1}^n (C_{1i}Z_i, C_{2i}Z_i) \quad (2)$$

其中, X 與 Y 分別表示因子 1 與 2 之因子得分, C_{1i} 與 C_{2i} 分別表示第 i 個形容詞在因子 1 與因子 2 的因子得分係數 (表七), Z_i 表示樣本 W 在第 i 個形容詞的 Z 值

3-3 產品形態特徵為基礎的複合意象造形衍生模式建構

建構意象與造形的相關性, 研究是利用聯合分析模式建立瓶子造形因子與感性語彙間的關係。分析是以 25 個測試樣本之形態分析所得的設計因子為自變數, 分別以 10 組形容詞對的感性評價平均值為依變數, 對每一組形容詞對進行分析, 以找出哪些造形因子對某感性語彙具顯著影響力, 分析的結果如表八所示。在表八的分析結果中, 水準之效益值愈大者, 代表受測者認為此類目在右側形容詞的意象營造上較具影響力; 反之, 數值為負值者代表此類目在左側形容詞的意象營造上較具影響力。同時, 屬性的重要性百分比愈大, 可判斷受測者認為此屬性對於該形容詞意象的營造上愈具影響力。以表八中“女性的-男性的”分析結果為例, 《C3 瓶身曲線造形-直線》(效益值為 0.8602) 較《C4. 瓶身曲線造形-複合形》(效益值為-0.4212) 給予受測者“男性的”感受。同時, 各類目的係數可以跨項目予以比較, 同樣以“女性的-男性的”分析為例, 在所有分析類目中《C3 瓶身曲線造形-直線》(效益值為 0.8602) 是“男性的”此一意象的主要特徵, 而《A5. 瓶頸曲線造形-內凹曲線》(效益值為-0.6535) 是“女性的”此一意象的主要特徵。同時, 造形屬性影響該意象的重要性依序是: C 瓶身曲線造形 (29.21%) > A 瓶頸曲線造形 (27.39%) > F 瓶高比例 (13.67%) > D 瓶底曲線變化 (12.09%) > B 瓶口曲線造形 (10.30%) > E 瓶身曲線變化的趨勢 (7.33%)。根據聯合分析的結果, 即可提供各設計因子對於特定意象影響力之貢獻效益值, 藉由分析產品在各屬性所具備的設計因子 (水準), 將其效益值與常數項予以累加, 即可求出該產品之意象評價值, 提供感性評價機制。同時, 藉由感性評價值與意象認知空間座標值的演算關係式, 3-2 方程式 (1) 與 (2), 即可推論任一樣本在消費者意象認知空間的位置。然而, 研究目的不僅在提供一感性評價機制, 更進能建構一符合意象空間定位與特定複合意象需求的造形衍生模式。因此, 研究導入基因演算法來找尋最佳的產品形態特徵組合, 使此一衍生造形能同時滿足設計者或消費者對於特定複合意象評價值與意象空間位置的要求, 換言之, 該產品形態組合必須滿足所要求之複合意象評價, 同時, 其意象空間的位置與目標定位之間的距離為最小。研究之基因演算程式應用 Matlab 6.1 的程式語言設計, 在個人電腦上執行, 並建構一 GUI 介面, 能符合實務設計之需求。

應用基因演算於最佳產品形態特徵組合的推論, 其運作步驟為: (1) 輸入所要求的複合意象評價值, 使用者可在 10 個意象形容詞中, 選定所期望的數個意象的評價值, 若不予指定者則輸入 0。 (2) 選定所期望的意象空間位置 (座標), 以符合市場定位之需求。 (3) 初始族群的決定, 是由電腦隨機指定。 (4) 最適值計算與選擇母體, 適應函數的計算包含兩個部分, 第一部份在於求得符合使用者期望的複合意象評價值之形態組合, 第二部分即在所有可能解答中, 找出與目標定位之間的距離, 以為最適值的計算與母體選擇的判斷依據。

$$\text{目標函數一： } MIN = \sum_{i=1}^n (ADJ - ADL_{I-assign})^2$$

其中，ADJ 表示基因演算產生形態組合之意象評價分數，ADJ_{I-assign} 表示第 I 個指定之基因演算之意象評價分數

$$\text{目標函數二： } MIN = ((X - X_{assign})^2 + (Y - Y_{assign})^2)^{1/2}$$

其中，X 與 Y 代表目標函數一推理之形態組合所轉換之意象空間座標，X_{assign} 與 Y_{assign} 為指定之意象空間座標

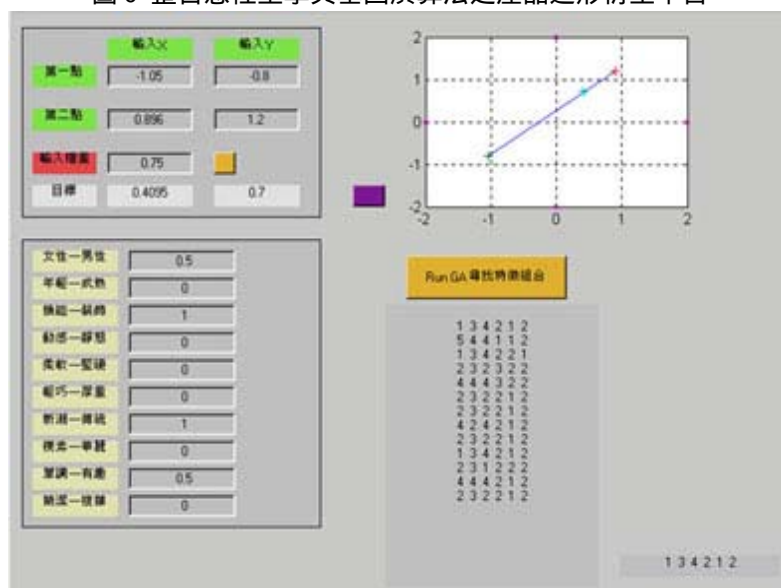
表 8 造形因子對形容詞對之效益值與重要性

形容詞對	屬性 水準	A					B				C				D			E			F		
		A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4	D1	D2	D3	E1	E2	E3	F1	F2	常數
女性-男性	效益值	-0.2183	-0.3783	-0.5651	0.5083	-0.6535	0.1354	-0.1712	0.2472	-0.2113	-0.3495	0.0006	0.8602	-0.4212	0.0171	0.2605	-0.2776	-0.0841	0.2051	-0.1209	-0.3042	0.3042	-0.2195
	重要性	27.39%					10.30%				29.21%				12.09%			7.33%			13.67%		
年輕-成熟	效益值	0.0583	0.0453	-0.2947	0.0787	0.1125	-0.0810	-0.1911	0.0431	0.2291	0.1815	-0.3425	0.1616	0.0022	-0.1278	0.0953	0.0326	0.1255	0.1426	-0.2681	-0.2516	0.2516	0.2312
	重要性	16.35%					16.87%				21.14%				8.96%			16.49%			20.20%		
機能-裝飾	效益值	0.0065	0.2803	0.0003	-0.1799	-0.1073	0.0419	-0.0049	0.1211	-0.1581	-0.0913	-0.0782	-0.5716	0.7411	0.1480	-0.2596	0.1106	0.0946	0.1774	-0.2721	-0.0918	0.0918	0.1358
	重要性	14.88%					9.03%				42.45%				13.15%			14.54%			5.94%		
動感-靜態	效益值	-0.0438	0.0564	-0.2970	0.3298	-0.0454	0.0537	-0.0396	0.1322	-0.1463	-0.2839	0.1062	0.6996	-0.5220	0.0094	0.1060	-0.1153	0.2303	0.0393	-0.2697	-0.2108	0.2108	0.0350
	重要性	19.7%					8.515				37.36%				6.775			15.29%			12.90%		
柔軟-堅硬	效益值	-0.0696	-0.2364	-0.3430	0.5702	0.1790	0.0962	0.0362	-0.0168	-0.0706	-0.3956	0.1579	0.6977	-0.4600	0.0570	-0.0063	-0.0507	-0.1326	0.2853	-0.1527	-0.2853	0.2853	0.2723
	重要性	27.26%					4.98%				34.55%				3.21%			13.07%			16.93%		
輕巧-厚重	效益值	0.1254	-0.1946	-0.6682	0.5786	0.1588	0.1150	-0.0784	-0.1050	0.0684	0.0608	-0.5891	0.2244	0.3039	0.0656	0.1023	-0.1678	0.1156	0.2188	-0.3343	-0.5793	0.5793	0.4349
	重要性	28.72%					5.07%				20.57%				6.22%			12.74%			26.69%		
新潮-傳統	效益值	0.2672	-0.1394	-0.3730	0.1070	0.1382	-0.0620	-0.2986	0.1926	0.1680	0.1380	-0.4054	0.6284	-0.3608	-0.0905	0.3030	-0.2125	0.1848	0.0537	0.2385	-0.1837	0.1837	-0.0825
	重要性	18.44%					14.15%				29.78%				14.85%			12.19%			10.58		
樸素-華麗	效益值	-0.1584	0.3018	0.2952	-0.3716	-0.0670	0.0729	-0.0702	0.1076	-0.1102	-0.0644	-0.0654	-0.6979	0.8267	0.0551	-0.0715	0.0163	0.0382	0.0769	-0.1152	-0.0071	0.0071	-0.1353
	重要性	24.50%					7.925				55.47%				4.61%			6.99%			0.52%		
單調-有趣	效益值	-0.2440	0.1896	0.1028	-0.0040	-0.0044	0.2118	-0.0281	0.0509	-0.2346	-0.0215	0.0453	-0.9349	-0.9111	0.0879	-0.0619	-0.0260	-0.0177	0.0153	0.0023	0.0782	-0.0782	-0.0412
	重要性	14.15%					14.56%				60.23%				4.89%			1.08%			5.10%		
簡潔-複雜	效益值	-0.0853	0.2815	-0.1319	-0.1317	0.0675	0.2394	-0.3307	0.2487	-0.1574	-0.3399	-0.3131	-0.7531	1.4061	0.0302	0.1469	-0.1771	0.0153	0.0643	0.0489	-0.0458	0.0458	-0.3308
	重要性	11.23%					15.74%				58.66%				8.80%			3.08%			2.49%		

(5) 藉由基因演算法的運算三法則，以找出新世代 (offspring) a.有關母體選擇是採用輪盤法挑選出較佳之基因，以為交配池中的母代；b.透過母代採隨機單點交配，產生子代；c.在新世代中隨機選擇一些基因進行突變，突變率設定為 0.3。(6) 基因遺傳的運算的停止條件為：a.適應函數達到要求程度即停止，並列印出最佳結果；b.遺傳運算以達設定的運算次數 (世代數)。

研究中應用基因演算法建構一滿足使用者複合意象與產品意象定位需求的最佳化造形衍生平台，同時藉由 GUI 介面的建構，如圖 5 所示，即能提供設計者在實務設計之需求。

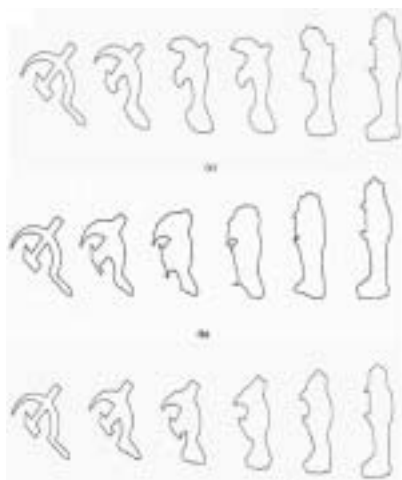
圖 5 整合感性工學與基因演算法之產品造形衍生平台



3-3 造形均化法為基礎的複合意象造形衍生模式的探討

造形發展的方法中，除了型態分析法之外，造形均化法的應用亦提供不同造形衍生的路徑。在相關造形均化演算法中，在比較相關演算法則後發現 (如圖六所示)，特徵導向式的形態漸變 (feature-based morphing) 技術[1999]能有較佳的衍生結果，不會產生一些無法理解的形態。

圖 6 不同造形均化模式之形態衍生比較



因此，研究是以特徵導向式的形態漸變演算法應用於代表樣本之間造形均化，針對造形均化與意象變化相關性加以探討，瞭解均化漸變過程中，產品造形意象的改變，以為建構有效控

制意象的造形均化模式。此均化模式在產生造形前，必須先擷取造形的特徵，利用特徵相同即可漸變的特性，結合現有的 CAD 軟體，先在軟體中建出一組可以建構出該類型產品造形的特徵組合，透過各特徵參數值的改變，來產生新的造形。若兩造形具有相同的特徵組合，及可以利用此種特性，利用線性內插法來計算，並改變參數值而得到中間的漸變造形。

表 9 均化樣本之感性評價與因子得分的矩陣得分表

均化組別	NO.	女性- 男性	年輕- 成熟	機能- 裝飾	靜態- 動感	柔軟- 堅硬	厚重- 輕巧	新潮- 傳統	華麗- 樸素	單調- 有趣	簡潔- 複雜	因子1	因子2
4	A	1.500	0.767	-0.167	1.600	2.167	2.033	0.567	-1.067	-1.267	-1.733	-1.370	1.883
4-12-0.75	20	1.485	-1.636	-0.636	-1.970	1.636	-2.606	1.455	1.515	-1.333	-2.182	-1.063	-1.151
4-12-0.5	10	0.970	-0.606	0.061	-0.576	1.061	-0.939	-0.364	0.303	-0.091	-1.364	-0.291	-0.174
4-12-0.25	3	1.333	-1.485	-0.485	-0.424	1.273	-1.848	0.515	0.970	-0.970	-1.909	-0.754	-0.632
12	B	-1.533	-0.833	0.200	-0.133	-0.033	-1.267	-0.967	0.233	0.400	-0.967	-0.357	-1.822
4	A	1.500	0.767	-0.167	1.600	2.167	2.033	0.567	-1.067	-1.267	-1.733	-1.370	1.883
4-14-0.75	8	0.303	-0.909	-0.303	-1.212	0.182	-1.303	1.212	1.121	-1.000	-1.515	0.073	-1.060
4-14-0.5	25	0.030	-0.121	-0.727	-0.970	-0.485	0.394	0.515	0.939	-0.727	-1.091	1.105	-1.344
4-14-0.25	22	-1.212	0.121	-0.758	-0.152	-0.212	1.545	-0.697	0.121	-0.182	-1.152	1.859	-1.203
14	D	-0.133	1.167	0.467	0.200	0.667	1.833	0.900	0.200	0.067	-0.100	0.697	1.442
4	A	1.500	0.767	-0.167	1.600	2.167	2.033	0.567	-1.067	-1.267	-1.733	-1.370	1.883
4-16-0.75	23	-0.848	0.727	1.030	1.333	-0.576	1.273	-1.485	-1.273	1.152	1.212	1.033	1.110
4-16-0.5	4	-1.152	0.303	0.545	1.303	-0.576	1.364	-1.091	-0.848	1.424	0.333	1.259	0.584
4-16-0.25	16	-1.152	1.242	0.545	1.182	0.061	2.000	-1.576	-1.242	1.515	0.091	1.558	0.519
16	C	-0.567	-0.333	1.100	-0.867	-0.100	0.033	-1.167	1.133	1.333	1.600	1.895	-0.682
12	B	-1.533	-0.833	0.200	-0.133	-0.033	-1.267	-0.967	0.233	0.400	-0.967	-0.357	-1.822
12-14-0.75	26	0.545	-1.455	-0.152	-0.758	0.303	-2.212	1.152	1.212	-0.455	-0.848	-0.595	-0.411
12-14-0.5	15	1.424	-1.485	-0.909	-1.303	1.212	-2.030	1.061	1.424	-1.212	-2.030	-0.674	-1.167
12-14-0.25	21	0.818	-1.758	-0.636	-1.061	1.303	-2.182	1.000	1.364	-1.212	-1.424	-0.775	-0.866
14	D	-0.133	1.167	0.467	0.200	0.667	1.833	0.900	0.200	0.067	-0.100	0.697	1.442
12	B	-1.533	-0.833	0.200	-0.133	-0.033	-1.267	-0.967	0.233	0.400	-0.967	-0.357	-1.822
12-16-0.75	1	0.697	0.303	0.667	0.182	1.061	-1.091	-0.515	0.636	0.182	-0.424	-0.321	0.417
12-16-0.5	24	0.545	-0.970	0.182	-0.364	0.424	-2.030	-0.091	0.030	0.061	0.000	-0.604	0.397
12-16-0.25	11	0.758	-1.061	0.424	0.636	0.273	-1.818	-0.545	-0.788	0.515	0.424	-0.764	1.084
16	C	-0.567	-0.333	1.100	-0.867	-0.100	0.033	-1.167	1.133	1.333	1.600	1.895	-0.682
14	D	-0.133	1.167	0.467	0.200	0.667	1.833	0.900	0.200	0.067	-0.100	0.697	1.442
14-16-0.75	13	-1.242	0.636	1.667	1.424	-0.818	0.485	-1.364	-1.576	1.606	1.061	0.816	1.550
14-16-0.5	14	0.333	-0.879	0.333	0.788	-0.242	-1.242	0.091	-0.788	0.667	0.848	-0.386	0.966
14-16-0.25	7	1.152	-0.909	0.788	0.485	0.909	-2.636	0.273	0.000	0.788	0.758	-1.476	1.380
16	C	-0.567	-0.333	1.100	-0.867	-0.100	0.033	-1.167	1.133	1.333	1.600	1.895	-0.682
12	B	-1.533	-0.833	0.200	-0.133	-0.033	-1.267	-0.967	0.233	0.400	-0.967	-0.357	-1.822
12-13-0.75	17	0.758	-1.333	-1.212	-1.273	0.788	-1.606	1.515	1.485	-1.333	-2.091	-0.985	-0.080
12-13-0.5	12	1.697	-1.545	-1.424	-2.121	2.152	-1.697	2.030	2.273	-2.242	-2.152	-1.382	-0.729
12-13-0.25	5	2.273	-2.091	-1.636	-2.121	2.212	-2.848	2.212	2.273	-2.182	-2.364	-1.143	-1.573
13	E	0.267	0.533	-0.567	0.667	0.900	0.667	0.867	-1.167	-1.267	-1.367	-1.537	0.625
13	E	0.267	0.533	-0.567	0.667	0.900	0.667	0.867	-1.167	-1.267	-1.367	-1.537	0.625
13-14-0.75	18	-0.091	-0.848	-0.758	-0.212	-0.545	-1.727	0.545	0.485	-0.455	-1.576	-0.276	0.444
13-14-0.5	9	1.152	-1.030	-1.182	-1.182	0.606	-1.030	1.121	1.182	-1.091	-1.909	-0.888	0.121
13-14-0.25	27	-0.424	-0.667	-0.818	-0.576	-0.667	0.485	0.303	0.606	-0.485	-1.061	-0.759	1.553
14	D	-0.133	1.167	0.467	0.200	0.667	1.833	0.900	0.200	0.067	-0.100	0.697	1.442
13	E	0.267	0.533	-0.567	0.667	0.900	0.667	0.867	-1.167	-1.267	-1.367	-1.537	0.625
13-16-0.75	19	-0.606	0.303	1.364	1.515	-0.424	0.364	-1.182	-1.485	1.152	1.121	1.391	0.999
13-16-0.25	6	-0.364	-0.121	-0.636	-0.485	-0.091	-0.152	0.394	0.606	-0.091	-0.394	-0.390	1.178
13-16-0.5	2	0.030	0.303	-0.727	-0.818	0.606	0.788	0.333	1.212	-0.697	-1.273	-1.018	1.593
16	C	-0.567	-0.333	1.100	-0.867	-0.100	0.033	-1.167	1.133	1.333	1.600	1.895	-0.682

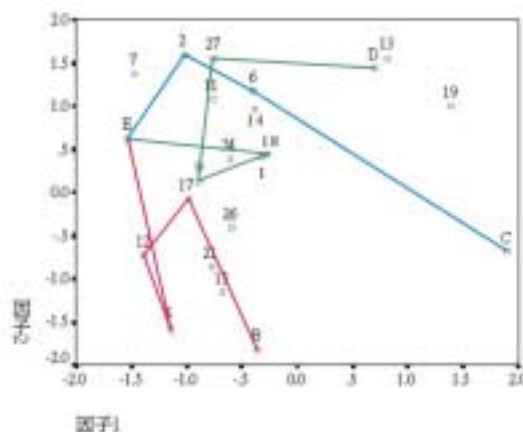
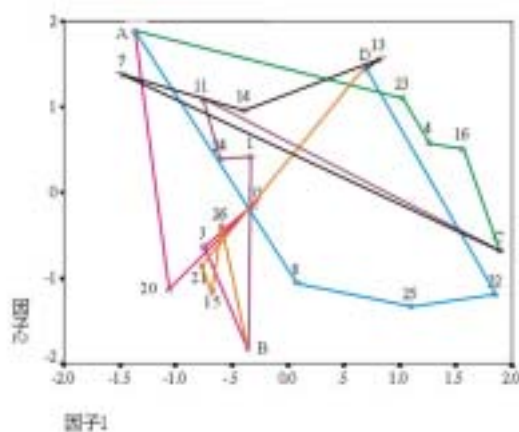
造形均化的對象是以意象空間邊界點與因子得分極端值為代表樣本，取得二組樣本，分別為：A、B、C、D 與 E、B、C、D (如圖三所示)，分別兩兩進行不同比例 (25%、50%、75%)

的造形摻合 (shape blending)，衍生出的 27 個均化造形再委由 40 位受測者進行 SD 語意調查，受測者對各意象形容詞的感性評估結果予以平均，並將評估結果換算其在意象空間之座標 (因子得分)，結果如表九所示。

為進一步了解形態漸變過程中的意象變化趨勢，將均化樣本回置原始意象空間中。同時，將一對代表樣本與其間的漸變造形，根據其均化比例的順序，以線條加以連結，即可看出均化過程的意象變化情形，如圖 7、8 所示。例如，圖 7 中綠色線即是由樣本 A-No.23-No.4-No.16-樣本 C 所構成，而 No.23、No.4、No.16 分別為 25 %、50 %、75 % 樣本 C 的造形摻合比例。

圖 7 組一樣本經造形均化後之意象變化趨勢

圖 8 組二樣本經造形均化後之意象變化趨勢



由圖 7、圖 8 中可知，形態漸變與意象認知的變化並未有顯著的線性關係。同時，觀察樣本均化過程的因子得分變化，在第一因子 (複雜性因子) 的分數變化的趨勢較具一致性；相對地，而第二因子 (情感性因子) 的分數變化較為混亂。此評價結果，推測主要是因為均化漸變的形態往往具有相當的地相似性，在進行隨機絕對判斷時，造成受測者之認知混淆的結果，因此，未來的實驗應可以相對判斷模式予以進行。

參考文獻

1. 張寶明, 1991, 產品造形活動的外表與實質, 工業設計, 第 20 卷, 第一期.
2. 陳俊宏, 1992, 語意分析法對洗髮精包裝評估之結果論其設計, 捷太出版社.
3. 陳肇杰, 1993, 產品造形評價語彙之研究, 國立成功大學工業設計研究所碩士論文.
4. 王鴻祥, 1995, 工業設計的電腦輔助造形, 第二屆國際電腦輔助設計研究會論文集, 交通大學.
5. 施韋名, 1996, 眼鏡造形與意象關係之探討, 國立交通大學應用藝術研究所碩士論文.
6. 謝省民, 1998, 去標籤玻璃瓶飲料包裝之意象評估與設計分析, 設計: 教育、文化、科技 - 視覺傳達設計, 亞太出版社.
7. 劉孟昌, 1999, 形態漸變之產品造形衍生與整合模式研究, 國立成功大學工業設計研究所碩士論文.
8. 周君瑞、陳鴻源、劉家成、陳國祥、管倖生、鄧怡莘、張育銘, 2000, “電動刮鬍刀產品造形與感性之關聯性研究”, 89 年技術與教學研討會, 明志技術學院.
9. 吳乙鴻, 2000, 應用類神經遺傳演算法建立電腦輔助設計模式之研究, 國立成功大學工業設計研究所碩士論文.
10. 楊清田, 2001, 包裝容器的造形意象調查研究 - 角柱瓶、凹凸瓶與圓扁瓶之比較, 藝術學報, 國立台灣藝術大學.
11. 管倖生、林彥呈, 2002, “以感性工學程序建構網頁設計系統之研究”, 設計學報, 第七卷, 第一期, 中華民國設計學會.
12. 周鵬程, 2002, 遺傳演算法原理與應用基因 - 活用 Matlab, 全華科技圖書股份有限公司.
13. Coates, Del, 陳辰夫譯, 1981, 了解美感 從舊鞋到茶杯, 工業設計, 30 期.
14. Mike Baxter 著, 張建成 譯, 1998, 產品設計與開發, 六合出版社.
15. Chen, Shen-chang Eric and Parent, 1989, Richard E. “Shapes averaging and its application to industrial design”, IEEE Computer Graphic & Application.
16. Goldberg, D. E., 1989. *Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning*. Addison-Wesley.
17. Greenbaum, T. L., 1993, “The Handbook for Focus Group Research”, Lexington Books, NY.
18. Harada, A., 1988, “The Parallel Design Methodology in the Kansei Engineering”, Reporter of Modeling the Evaluation Structure of Kansei, pp.309-316.
19. Hui, K.C. and Li, Y., 1998, A feature-based shape blending technique for industrial design, Computer-Aided Design, Vol. 30. No.10, pp.823-834.
20. Koza, J. R., 1994. *Genetic Programming II*. MIT Press.
21. Matsubara, Y., Nagamachi, M., 1997, “Hybrid Kansei Engineering system and design support”, International Journal of Industrial Ergonomics, Vol.19, pp.81-92.
22. Nagata, Toshihiro: Ohkawa, Takenao & Komoda, Norihisa, 1995, “Case-based transformational design method based on personal specification”, Industrial Electronics, 1995.ISIE'95., Proceeding of the IEEE International Symposium on Vol.2, pp.924-929.

23. Nagamachi, M, 1995, "Kansei Engineering: A new ergonomic consumer-oriented technology for product development", International Journal of Industrial Ergonomics, Vol.15, Issue: 1, pp.3-11.
24. Nielsen, J., 1993, "*Usability Engineering* ", United Kingdom edition publish by Academic Press LTD, pp.224.