

風格與規則—建立一個汽車造形的分類系統

王鴻祥* 陳志平**

* 國立台北科技大學創新設計研究所
e-mail:wanghh@ntut.edu.tw

** 國立台北科技大學創新設計研究所
e-mail:roychen092@hotmail.com

(收件日期:92年07月15日;接受日期:93年06月10日)

摘要

本文依據汽車外觀特徵發展一個造形風格分類的專家系統雛形—STYRULE。其方法為選擇道奇(Dodge)公司自1942年至1997年所生產的30輛汽車為樣本,分別針對10項外觀特徵與風格時期進行迴歸分析、卡方檢定與變異數分析以決定其關聯性,發現特定汽車廠所生產的汽車外觀特徵與造形風格分類和出廠年份之間有明確的關係,然後將這些關係轉換成一組加權式分類規則,據以建立STYRULE系統,並加以測試與評估。結果顯示,STYRULE的分類能力具有相當程度的正確性;至於該系統無法正確分類的少數測試案例係源自其外觀特徵介於兩種年代連續的風格之間,因而自有限範圍內被誤判為前一種風格或後一種風格。這也指出本研究風格概念與設計史的風格概念之間的差異。STYRULE除了可以適當分類汽車案例的風格之外,更可用以檢驗新的汽車造形設計的新穎程度,所使用的方法與原理也可做為進一步以外觀特徵為基礎的風格分類專家系統之雛形。

關鍵詞:工業設計、規則式推理、風格、專家系統

一、前言

「風格」(style)是一個經常出現於日常生活中的名詞。消費者不停的追求具有特異風格的產品,設計者也絞盡腦汁開發嶄新風格的產品;汽車造形設計就是一個最好的例子。創新的產品設計必須幫助產業以系統化的產品設計程序,包括提供正確且有效的造形方式和結果,以便主動發掘風格等市場需求因素[11]。因此,設計者需要正確判斷某種造形風格是否能滿足消費者的需求。

本研究嘗試發展一個具有風格分類能力的專家系統雛形—STYRULE,做為進一步以外觀特徵發展風格分類專家系統的基礎,期望能提供設計者在新產品開發過程中有效掌握造形風格。本研究決定以道奇(Dodge)公司自1942年至1997年所生產的30輛汽車為樣本,先分析其外觀特徵與風格時期的迴歸關係與相關性,然後轉換成一組加權式分類規則,建立以外觀特徵分類出汽車造形風格的系統,並加以測試評估。

二、文獻探討

關於設計過程，始終存在兩種極端的見解：一是主張設計毫無邏輯或理性可言，二是認為設計是全然理性的，具有邏輯連貫性[1]。本研究採取後者的立場，認為如果從理性這一端出發，最後能夠發展出能夠分辨風格類型的電腦輔助概念系統，那麼在理論上便具有清楚表達設計知識的意義和幫助我們認清設計史有關風格概念的本質，在實務上對於設計者的學習成長與設計工作也有一定的幫助。

2-1 風格分類與人工智慧

在人工智慧的領域用電腦來進行分類的工作，大致區分為兩種極端的方式：一種是規則式專家系統——先將風格分類的知識以規則表達，然後輸入外觀特徵，以明箱化的規則演繹推理，輸出風格類型。另一種是暗箱化的類神經網路——以已知的外觀特徵和風格類型讓類神經網路系統學習，然後輸入外觀特徵，由此系統輸出風格類型。從已知的設計案例，經過分析與整理而得到可用的資訊，再經過電腦處理來進行分類的工作。

人工智慧的技術，包括規則式推理、專家系統、模糊理論、類神經網路與基因演算法等，皆應用於解決設計問題上都有其適用的條件。有些設計問題適合用規則式設計系統，有些設計問題則適合用採由下而上策略的基因演算法。究竟哪些問題適合用特定的人工智慧技術來解決呢？首先，案例式設計與推理是一種易於學習的方法，可以瀏覽、回憶或攝取過次的設計案例，應用於新的設計問題中[16]。例如荷蘭 DELFT 大學工業設計系的 IDEATE 計劃就是一個案例式家具影像資料庫[17]。其次，規則式系統以嚴格的規則清楚表達設計知識與設計推論的過程；例如 J. Durkin[14]所發展的汽車故障自動診斷系統。此外，形狀文法（shape grammar）也屬於演繹推論規則式的設計[9]。

再者，模糊理論主要關切的在於可能的與不確定的推論；例如市面中的智慧型洗衣機控制系統[7]和 Y. H. Chen 等人[13]發展的「以網路為基礎的大眾客製化系統」與的。此外，類神經網路普遍應用於分類與機器學習（machine learning）的問題；例如 Patrick Winston 關於學習「拱型」概念的系統（參閱[5]和溫國忠[8]的「類神經網路的建築設計案例學習」系統。此外，基因演算法用於最佳化設計，專家系統適合以規則式的形式來推理解決小範圍領域的問題，例如邱茂林與劉舜仁[6]的國小校區最佳化規劃系統。基於本研究關心風格分類的規則，因此決定採用規則式推理。

2-2 風格的類型與變化

風格是一個模糊且難以定義的抽象術語。但如果能在一群設計案例中找出某些相同或不相同的特徵，就可以將這些案例予以適當分類。以建築為例，分類方式可包括形式特徵或用途、區域等特徵。例如西方建築的風格或類型可區分為古希臘羅馬式、文藝復興式、現代主義、後現代主義等。[10]。流行服飾同樣可以採用類似的風格分類，而且風格具有週期循環的特性[4]。產品風格也隨著環境而改變的現象；例如暖爐造型的演變隨著時代而改變。汽車則從首次發明到今日，其造形風格也有明顯的變化[2]。如一般設計史所敘述的，在二次大戰後美國的設計的主要貢獻，是在大眾的文化領域；同時期，在街道上卻佈滿著日適用、福特與克萊斯勒（Chrysler）等公司生產的尾鰭豪華車，日流線型風格過度或交替為大眾風格[3]。設計風格的差異很明顯但卻又不精確地出現在產品的外觀上；例如大眾風格（1955-1975）的汽車設計，被設計史家描述具有華麗、寬敞且車身修長的設計特徵。

外觀特徵和風格類型之間普遍被視為具有某種特殊的關係。然而有些設計特徵不像車身尺寸與外觀

特徵如此明顯，難以量化表達；例如車身曲面弧度或使用者主觀的感受，所以本研究決定僅蒐集明顯且可量化處理的設計特徵；例如汽車的車身尺寸。只要從產品案例的外觀特徵與造形比例之中找到設計風格的差異，從而將這些特定關係建立成一套分類規則，就可以建立一個協助設計者分類風格的系統。

三、汽車案例取樣

3-1 測試樣本

考量心獻取得的容易程度與資料內容的量化程度，本研究決定以《The Complete Book of Collectible Cars》[15]為樣本（如圖1）。每部汽車的案例都包括圖片、尺寸數值與產品特徵的敘述。以美國汽車廠商道奇自1940年至2000年60年間30個汽車案例，以此心獻資料的圖像、數據與敘述分別針對不同的外觀特徵、尺寸比例進行設計風格差異的測試。



圖1 美國廠商道奇 60年間30個汽車案例樣本

3-2 外觀造形與年代分類

所蒐集的案例內容依照外觀特徵資料先分類成二個部分。第一部份為車長、車寬、比例等清楚的數值屬性，且有一個明確的尺寸（如圖2）。第二部份為造形特徵等明顯但無清楚的數值（如圖3）。圖2與圖3參照[12]的汽車造型特徵項目，所探討的外觀尺寸為車長，外觀特徵則為輪弧、頭燈數、車身尾部、三角窗位置、側邊飾條、引擎蓋氣孔、火箭型保險桿、車側身曲線與水箱護柵。案例資料的年代分類則參照[18]的分類方式，分別為1935年至1955年的流線型風格、1955年至1975年的大眾風格與1975年至2000年的現代化風格。

四、案例統計分析

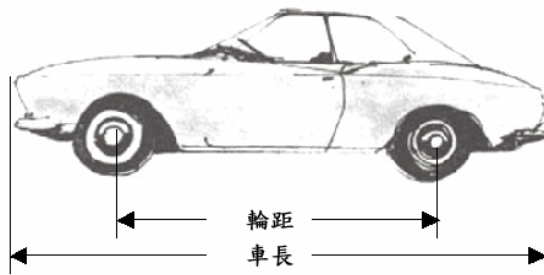


圖2 車身等數值屬性

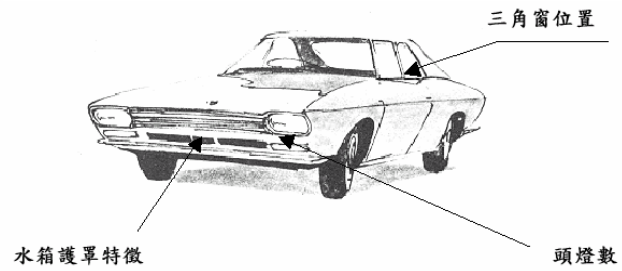


圖3 造形特徵等非數值屬性

4-1 車身長度分析

針對 30 個汽車樣本的外觀特徵進行外觀尺寸的迴歸分析與單因子變異數分析，探討的關係包括車身長度與車首年代與風格時期與車身長度。車身長度是否會隨年代而改變，可用迴歸方法得到變異數分析 (ANOVA)。如表 1 所示，其 F 值為 19.26，P 值 (顯著值) 為 0.000147，達到 0.05 的顯著水準，所以判斷車身長度的尺寸與整體出廠年代有明顯的關係。

表 1 車身長度與出廠年代相關的變異數分析

ANOVA	自由度	SS	MS	F	顯著值
迴歸	1	2471.23	2471.23	19.26	0.000147
殘差	28	3593.49	128.34		
總和	29	6064.72			

運用迴歸分析得出式子(1)的直線一次函數方程式，其中 X 軸為距離首部車的年代，Y 軸為車長的尺寸：

$$Y = -0.58X + 213.36 \quad (1)$$

此方程式意謂距離 1942 年首部車的年代愈遠者 (指愈靠近現代的英國道奇公司的汽車樣本者)，則車身長度的尺寸愈小。例如，1962 年出廠的汽車距 1942 年首部車的年代為 20 年，依此公式推算其長度應為 201.76 英寸。1962 年道奇公司所生產的 Polara，實際長度為 202 英寸，此推算尚可直接受範圍內。

基於統計上的方便性，在檢視車身長度歷經流線型、大眾與現代等風格時期，是否明顯隨之改變時，本研究先將 30 輛汽車樣本依照年代分類，1935 年至 1955 年為流線型風格，1955 年至 1975 年為大眾風格，1975 年迄今為現代化風格，再以單因子變異數分析。如表 2 第一個摘要所列出的基本統計結果所示，這三個風格時期的個數分別為 6、13、11。大眾風格時期的車身長度最長 (平均值 206.58 英寸)，流線型風格時期的車身長度次之 (197.63 英寸)，現代風格時期的車身長度最短 (184.37 英寸)。ANOVA 摘要表顯示 F 值為 12.76，大於臨界值 3.35，且 P 值為 0.000126，遠小於顯著水準 0.05，因而拒絕虛無假設。據此可認定被分類為流線型風格、大眾風格與現代化風格汽車的車身長度之間有明顯的差別，不同的設計風格時期其車身長度有顯著的差別。

4-2 外觀特徵與風格分類

外觀特徵與設計風格時期之間的相關性採用以下方法分析 30 個汽車樣本的 9 項外觀特徵，包括輪弧造形、頭燈數目、三角窗的位置、引擎蓋氣孔的特徵、車身尾部形狀、火箭型保險桿的特徵、車側身曲線

表 2 不同風格時期的車身長度的變異數分析

單因子變異數分析摘要				
組	個數	總和	平均	變異數
流線型風格	6	1185.8	197.63	30.46
大眾風格	13	2685.6	206.58	77.84
現代風格	11	2028.1	184.37	203.14

ANOVA						
變源	SS	自由度	MS	F	P-值	臨界值
組間	2946.90	2	1473.45	12.76	0.000126	3.3541
組內	3117.81	27	115.47			
總和	6064.72	29				

的特徵、水箱護柵與車側身飾條等。以尾部形狀為例，首先將尾部形狀分成三類：第一類為尾部形狀為圓弧形狀，第二類為尾鰭特徵，第三類為一般方形或包含有些許曲線。然後針對三個風格時期進行卡方分析，由獨立性檢定來檢定相關性。觀察次數與估計期望次數如表 3 所示。

表 3 尾部形狀與風格時期相關的觀察次數與期望次數

觀察次數					期望次數				
	圓弧	方形	尾鰭	總計		圓弧	方形	尾鰭	總計
尾部形狀					尾部形狀				
流線型風格	4	1	1	6	流線型風格	0.80	3.40	1.80	6
大眾風格	0	6	7	13	大眾風格	1.73	7.37	3.90	13
現代化風格	0	10	1	11	現代化風格	1.47	6.23	3.30	11
總計	4	17	9	30	總計	4.00	17.00	9.00	30

以 0.05 為顯著水準，由於自由度為 $(I-1)(J-1)=4$ ，同時可由計算得知卡方機率 P、卡方值、計算列聯係數 C 與相關係數 ϕc ，計算結果卡方值 = 24.65 大於在 0.05 顯著水準且自由度為 4 的卡方分布臨界值 9.49，而且卡方機率 P 值 0.0009 小於顯著水準 0.05，故拒絕虛無假設（尾部形狀和設計風格的時期無關）。顯示尾部形狀和設計風格時期有關；從列聯係數得知尾部形狀和風格時期的關聯為 0.67，由相關係數得知尾部形狀和風格時期的關聯為 0.64（如表 4）。

表 4 尾部形狀與風格時期的卡方分析

P=	0.0009	$X^2 =$	24.65
C=	0.67	臨界值	9.49
$\phi c =$	0.64		

4-3 小結

車身外觀尺寸分析結果顯示，30 輛汽車測試樣本的身長隨年代變遷而顯著改變。不同風格時期的車身尺寸也有顯著差異。在流線型風格與現代化風格時期的車身尺寸有明顯改變的趨勢，但在大眾風格時期則無法得到顯著改變的趨勢；如表 5 所示，x 為距離 1942 年首部車的年代，y 為車身長。

變異數分析與卡方分析結果顯示，汽車外觀尺寸及特徵與設計風格密切相關，但並非所有的外觀特徵都隨著設計風格改變。表 6 是外觀特徵與設計風格的相關性分析，符號「○」表示相關，「×」表示無關。

表 5 各風格時期的車身尺寸相關性與趨勢

相關性	車身	迴歸方程式 f(x)	迴歸方程式 f(y)
整體年代 (1940-2000)	顯著	$y = -0.5802x + 213.36$	$x = (213.36 - y) / 0.5802$
流線型風格時期 (1940-1955)	顯著	$y = -1.0068x + 205.86$	$x = (205.86 - y) / 1.0068$
大眾風格時期 (1955-1975)	不顯著	$y = -0.6827x + 222.39$	$x = (222.39 - y) / 0.6827$
現代化風格時期 (1975-2000)	顯著	$y = -1.8486x + 270.75$	$x = (270.75 - y) / 1.8486$

表 6 外觀特徵與設計風格的相關性

外觀特徵	車身	輪弧	頭燈數	車身尾部	三角窗位置
風格相關性	○	○	○	○	○
外觀特徵	引擎蓋氣孔	火箭型保險桿	車側身曲線	水箱護柵	側邊飾條
風格相關性	○	○	○	×	×

五、風格分類系統

本系統的架構分成兩大部分，一是造形風格分類知識庫，二是案例資料庫系統；分述如下。

5-1 一般的規則式分類方法

為了從 8 種外觀造形特徵辨識出 3 種風格，必須先界定汽車風格的分類規則。圖 4 是本系統規則的一個例子。只要能夠清楚確認一輛汽車的特徵，將這些特徵組合起來，並告知知識庫記錄對應的風格，就能夠藉由一連串的特徵辨識之後，分類出現一風格。但所有的可能組合需要 576 條相關規則，可能從這些外觀特徵中歸納分類出對應的風格，而且如果誤辨了某些特徵，就難以得到正確答案，或許有些特徵的呈現是模擬兩可的，也會導致風格難以分類。

規則 1、if 「汽車車身長段」為中等 and 「汽車頭燈燈數」為二 and 「三角窗位置」在前 and 「車尾造形」為圓弧造形 and 「輪弧」特徵明顯 and 無 「引擎氣孔蓋」特徵 and 無 「火箭型保險桿」特徵 and 無 「車側身曲線」特徵 then 該汽車為「流線型風格時期」	規則 2、if 「汽車車身長段」為修長 and 「汽車頭燈燈數」為二 and 「三角窗位置」在前 and 「車尾造形」為尾鰭造形 and 無 「輪弧」特徵 and 「引擎氣孔蓋」特徵明顯 and 「火箭型保險桿」特徵明顯 and 無 「車側身曲線」特徵 then 該汽車為「大眾風格時期」
---	--

圖 4 風格分類系統的規則

5-2 加權規則的基本概念

此系統包含三個功能（如圖 5）：新增資料、查詢資料、運用加權規則的風格分類。新增資料是將案例資料輸入資料庫，可供資料查詢之用和歸納出風格分類與年代推估的機制。

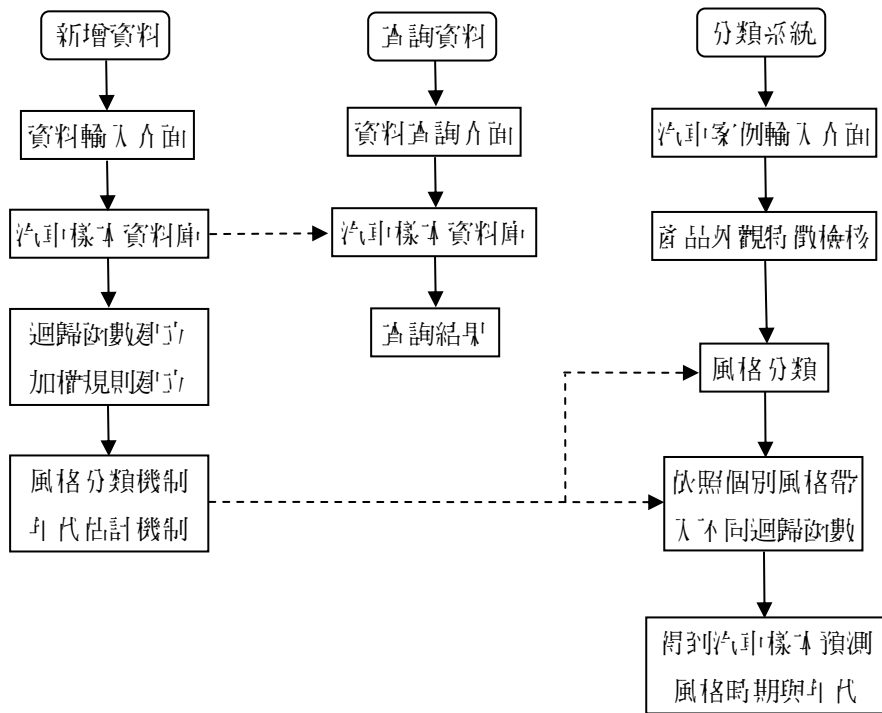


圖 5 加權規則的系統運作

風格分類系統也可以由汽車外觀特徵的辨認與紀錄，經過加權運算得出符合風格特徵的評比數值，以分類出造型風格時期。接著依照不同設計風格時期的迴歸方程式，將車身尺寸帶入所得到車身尺寸與年代的迴歸方程式中，得到推估的年代。

基於 Bayesian 理論屬於一種或然率的推理[18]，本系統用此理論處理風格分類的「不確定性」問題。如式子(2)所示，當汽車產品外觀特徵 E 出現時，則可能為 H 風格時期的表示方式如下，若 E 為真，則 H 為真（配合或然率 $P(H|E)$ ）。 $P(H|E)$ 為當汽車產品外觀特徵 E 出現時可能為 H 風格時期的可能性。

$$P(H|E) = \frac{P(E|H) \times P(H)}{P(E|H) \times P(H) + P(E|-H) \times P(-H)} \quad (2)$$

例如頭燈數目為 2 的汽車總計 16 輛，從規則得知頭燈數目與不同的設計風格時期有關，然而頭燈數為 2 個的在流線型風格下有 6 輛，在大眾風格下有 4 輛，在現代風格下有 6 輛。因此，若頭燈數目為 2，則為大眾風格（配合或然率 $P(\text{大眾風格} | \text{頭燈數為} 2)$ ），或然率 $P(\text{大眾風格} | \text{頭燈數為} 2)$ 為 0.25，解釋為當頭燈數為 2 的前提下，可能為大眾風格的機率為 0.25。如表 7 所示，其他加權數值則依序相同。

表 7 外觀特徵與設計風格的可能性加權數值

	流線型			大眾			現代化				
	有	無	為 2	有	無	為 2	有	無	為 2		
車身	長	0.14	0.14	0.71	0.14	0.14	三角窗位置	為前	0.38	0.63	0
	中	0.57	0	0.43	0	0		不為前	0	0.21	0.79
輪弧	短	0	0	0	1	0	引擎蓋氣孔	有	0	1	0
	有	1	0	0	0	0		無	0.23	0.35	0.42
頭燈數	無	0.08	0.5	0.42	0.42	0	火箭型保險桿	有	0.25	0.75	0
	為 2	0.38	0.25	0.38	0.38	0.38		無	0.19	0.38	0.42
車身尾部	不為 2	0	0.64	0.36	0.36	0.36	車側身曲線	有	0	0.78	0.22
	圓弧	1	0	0	0	0		無	0.29	0.29	0.43
	方形	0.06	0.35	0.59	0.59	0.59					
	尾鰭	0.11	0.78	0.11	0.11	0.11					

5-3 加權式規則

風格分類的加權規則共有十二條（見圖9）。以1980年生產的Mirada為例，雖然推估出約為1975年，但這種基於迴歸方程式產生的差距仍在可接受的範圍內，因為仍可正確分類為1975年至2000年的現代風格時期。第一條加權規則是用以區分車身長度屬於「修長」、「中等」或「短小」的三種類別（如圖6）。例如1980年生產的Mirada車身長為209.5英寸，此規則將之歸類為「修長」。

	修長	中等	短小
車身長	>200	185至200	<185

規則1、if「汽車車身長」為209.5英寸
then「汽車車身長」為修長

圖6 車身長歸類的規則

加權規則2至9是界定外觀特徵與風格時期的可能關聯。應用Bayesian理論時，加權規則除了利用上列加權數值表之外，還需將這些數值轉換成規則。如圖7所示，如果車尾造形為方形，從加權數值表可得知在車尾造形為方形的前提下，可能為流線型風格的機率為0.06，為大眾風格的機率為0.35，為現代化風格的機率為0.59，因此將其轉換成規則。加權規則10是將所有特徵與風格時期關聯的可能性累加為一個數值，以此為分類的標準，規則十一則依照數值的排序預測此汽車樣本的風格時期，規則十二則依照所分類風格時期迴歸分析的結果，帶入車身長與預測年代的迴歸方程式之中，以得到預測年代的結果（如圖8）。迴歸方程式 $f(y) = x = (270.75 - y) / 1.8486$ ，其中x為距離1942年首部車的年代，y為車身長。由方程式得到的數值需加上1942，才能得到所預測的年代。

	流線型	大眾	現代化
車尾尾部	方形	0.06	0.35 0.59

規則5、if「車尾造形」為方形造形
then 流線型風格的加權值為0.06
大眾風格的加權值為0.35
現代風格的加權值為0.59

圖7 Bayesian 加權數值轉換為加權規則

相關性	迴歸方程式 f(y)
整體年代	$x = (213.36 - y) / 0.5802$
流線型風格時期	$x = (205.86 - y) / 1.0068$
大眾風格時期	$x = (222.39 - y) / 0.6827$
現代化風格時期	$x = (270.75 - y) / 1.8486$

規則12、if該汽車風格為「現代風格時期」
and 將車長 209.5 英寸帶入現代
風格時期的迴歸方程式
 $(270.75 - y) / 1.8486 + 1942$
then 該汽車年代預測為 1975 年

圖8 迴歸方程式轉換為預測風格年代的規則

5-4 系統架構與建構工具

專家系統是由案例庫、分類機制及介面為基礎而組成的電腦化系統，其知識表現的方式是使用規則式的形式以及符號的推理來解決某一特定領域的問題，它能夠從運算當中提供一個知識的清楚分界，也能夠從問題的解答之中追蹤規則。此分類系統的架構如圖10所示，可分為三個部分，以下敘述其建構。

規則 1、if 「汽車車身長度」為 209.5 英吋 then 「汽車車身長度」為修長	then 流線型風格的加權值為 0.23 大眾風格的加權值為 0.35
規則 2、if 「汽車車身長度」為修長 then 流線型風格的加權值為 0.14 大眾風格的加權值為 0.71 現代風格的加權值為 0.14	規則 8、if 若無「火箭型保險桿」特徵 then 流線型風格的加權值為 0.19 大眾風格的加權值為 0.38 現代風格的加權值為 0.42
規則 3、if 「汽車頭燈燈數」不為二 then 流線型風格的加權值為 0 大眾風格的加權值為 0.64 現代風格的加權值為 0.36	規則 9、if 無「車側身曲線」特徵 then 流線型風格的加權值為 0.29 大眾風格的加權值為 0.29 現代風格的加權值為 0.43
規則 4、if 「三角窗位置」在後 then 流線型風格的加權值為 0. 大眾風格的加權值為 0.21 現代風格的加權值為 0.79	規則 10、將所有的可能性加權值累計起來 流線型風格的加權值為 0.99， 大眾風格的加權值為 3.43， 現代風格的加權值為 3.57
規則 5、if 「車尾造形」為方形造形 then 流線型風格的加權值為 0.06 大眾風格的加權值為 0.35 現代風格的加權值為 0.59	規則 11、if 現代風格的機率數值略高於 流線型風格與大眾風格 then 該汽車風格為「現代風格時期」
規則 6、if 若無「輪弧」特徵 then 流線型風格的加權值為 0.08 大眾風格的加權值為 0.5 現代風格的加權值為 0.42	規則 12、if 該汽車風格為「現代風格時期」 and 將車長 209.5 英吋帶入現代風格時 期的迴歸方程式 $(270.75-y)/1.8486+ 1942$ then 該汽車年代預測為 1975 年
規則 7、if 若無「引擎氣孔蓋」特徵	

圖 9 風格分類的加權規則

具：

- (1) 案例庫：案例庫是與問題領域相關的部分，儲存解決特定問題的知識。在本研究之中，案例庫包含設計領域風格的類型、產品外觀的特徵與風格之間的相關性，則使用 ASP 語法將儲存於伺服器端的 Microsoft Access 資料庫之中的汽車資料轉換成加權數值。
- (2) 分類機制：分類機制是用以控制分類過程的機制。本研究之分類機制決定以 Bayesian 或然率的推理，用以推算該車型比較符合哪一種風格時期。
- (3) 使用者介面與知識擷取介面：使用者介面用以提供使用者友善的解釋及諮詢功能，而知識擷取介面是用以提供編輯、增修知識庫功能之介面。在本研究之中，使用者介面與知識擷取介面以 Microsoft FrontPage 來建構，目的是易於與系統間的資料輸入與呈現。（基於篇幅有限，本系統的使用介面與操作流程不在此贅述）

5-5 分類適當性的調查

為了解設計者對於此系統的分類結果是否滿意，本研究根據分類系統輸出的數據，繪製出設計者經常在產品概念發展階段使用的雙屬性軸 Image Map，以問卷調查設計者對此結果是否滿意。表 8 是各年代汽車的風格特徵數值，其中流線型、大眾風格與現代化風格特徵的數值可當作 Image Map 的三種座標

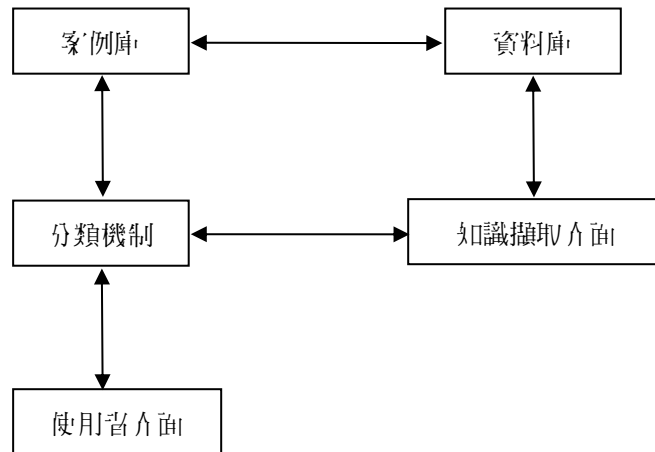


圖 10 STYRULE 的系統架構

值。然而這種配置顯得太過複雜。為求簡便，在此僅以兩個座標軸配置。以 1954 年的汽車為例，其流線型風格特徵數值、大眾風格特徵數值與現代化風格特徵數值為 (2.29, 3.98, 1.76)，因此這輛車在流線型與大眾風格的座標為 (2.29, 3.98)，在大眾風格與現代化風格的座標為 (3.98, 1.76)。經由上述步驟，可得出每一輛汽車在 Image Map 的定位。接著將這些對應的汽車案例影像貼於 Image Map 上 (如圖 11)。

表 8 造形風格分辨專家系統的風格特徵數值

年代	流線型	大眾	現代化	年代	流線型	大眾	現代化	年代	流線型	大眾	現代化
1942	3.61	2.61	1.79	1962	1.13	3.99	1.87	1980	0.99	3.43	3.57
1946	3.61	2.61	1.79	1965	2.18	3.18	2.66	1984	0.85	2.72	4.43
1949	4.04	2.33	1.65	1966	1.08	4.34	2.57	1984	0.85	2.72	4.43
1951	4.04	2.33	1.65	1968	1.13	3.99	1.87	1987	1.23	2.33	4.45
1953	2.18	3.18	2.66	1968	1.08	4.34	2.57	1989	0.85	2.72	4.43
1954	2.29	3.98	1.76	1969	0.52	5.00	2.46	1991	1.23	2.33	4.45
1955	1.86	4.26	1.90	1969	0.47	4.57	2.94	1991	1.23	2.33	4.45
1956	1.86	4.26	1.90	1970	0.90	4.29	2.80	1992	1.28	2.76	3.97
1957	1.86	4.26	1.90	1971	0.90	4.29	2.80	1992	0.94	2.82	4.24
1958	1.42	4.28	2.30	1978	0.99	3.43	3.57	1997	0.94	2.04	4.02

本研究隨機抽樣 12 名台北科技大學工業設計學系三年級學生，以問卷調查本系統分類結果是否適當。結果如表 9 所示，絕大部分受測者認為系統的分類適當性感到普通，約占六成，約四成受測者同意本系統的分類結果是適當的，只有不到一成不同意。這項簡單的調查顯示本系統具有相當程度的適當分類能力。

表 9 系統使用評估結果

	同意	普通	不同意
流線型風格與大眾風格的 Image Map	33%	58%	8%
大眾風格與現代化風格的 Image Map	42%	58%	0%

5-6 反例測試

5-6-1 Dodge Coronet Eight 案例

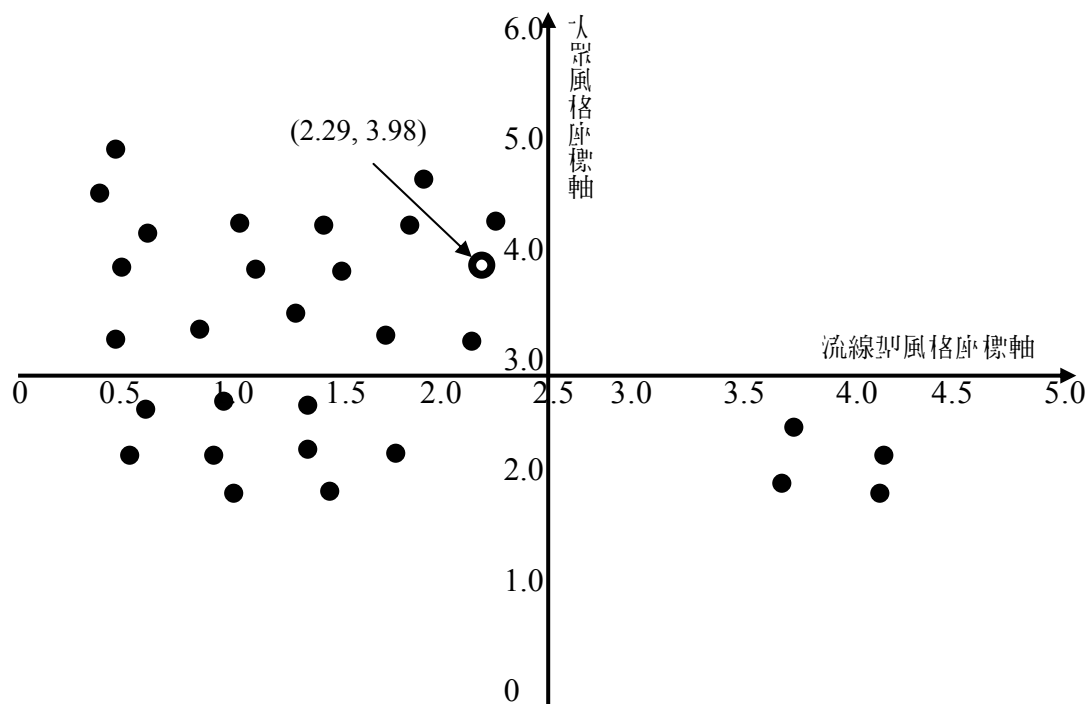


圖 11 系統導出的流線型與大眾風格之 IMAGE MAP

Coronet Eight 汽車案例為道奇公司於 1953 年所生產的，產品的外觀特徵是長度為 189.6 英寸，頭燈數為 2，三角窗位置靠前，無輪弧造型，車身尾部為方形，無引擎蓋氣孔，無火箭型保險桿，無車側身曲線，經過系統分類為大眾時期，測試結果為表 10 所示。

表 10 Dodge Coronet Eight 的測試數值

車型	流線型風格特徵	大眾風格特徵	現代化風格特徵
Coronet Eight	2.18	3.18	2.66

1953 年生產的汽車應該為流線型風格的末期，該車錯誤分類的可能原因如下：

1. Coronet Eight 的車身長為 189.6 英寸，與流線型時期的汽車長度並無差異，但是該車型卻缺少流線型時期特有的輪弧造型特徵，因此未分類為流線型時期的產物。
2. Coronet Eight 的頭燈數為 2，三角窗位置靠前，車身尾部為方形，就流線型風格來講，此時期道奇公司的汽車大多頭燈數為 3，但是在大眾風格初期，頭燈數也都是為 2。而三角窗位置靠前，能解釋此為年代較早的車型。車身尾部為方形，也缺少流線型時期具有車身尾部向下的圓弧特徵，所以未導出流線型風格。
3. 由於 Coronet Eight 缺少流線型時期具有的特徵外觀，其他方面與大眾風格初期的特徵也相當類似，因此分類為大眾風格時期。

5-6-2 Chrysler PT Cruiser

PT Cruiser 汽車為克萊斯勒公司 2002 年生產，由於道奇與克萊斯勒的背景與淵源相似，因此以此汽車案例來測試本系統的知識庫。PT Cruiser 汽車案例的外觀特徵是長度為 168 英寸，頭燈數為 2，三角窗位置靠後，有輪弧造型，車身尾部為圓弧，無引擎蓋氣孔，無火箭型保險桿，無車側身曲線，系統分

類為流線型時期，測試結果如表 11 所示。

表 11 Chrysler PT Cruiser 的測試數值

車型	流線型風格特徵	大眾風格特徵	現代化風格特徵
PT Cruiser	2.34	0.54	2.19

2002 年時生產的汽車應該為現代化風格，該車錯誤分類的可能原因如下：

1. PT Cruiser 的車身長為 168 英寸，車身長符合現代化風格簡潔輕巧的特徵，而不似流線型風格與大眾風格的車長特徵。
2. 頭燈數為 2，三角窗位置靠後，有輪弧造形，車身尾部為圓弧，這些特徵能夠分辨汽車案例有無流線型風格的可能性，首先是頭燈數為 2，而流線型風格與現代化風格的時期可能率是高過大眾風格的時期。三角窗位置靠後，可以解釋此為年代較新的車型。由於 PT Cruiser 有輪弧造形，車身尾部為圓弧，就有極大的機率為流線型風格。
3. 引擎蓋氣孔、火箭型保險桿、車側身曲線，這三個特徵都是大眾風格的外觀特徵，只要其中一項符合就有極高的機率分類為大眾風格。但 PT Cruiser 未具備任一項特徵，所以未分類為大眾風格。

六、結論與建議

本文結論分述如下：

1. 風格分類的知識表達：以明箱化與理性的角度來看，本研究提供一個檢視設計知識內涵與規則的可能。換言之，本研究提供一個明白表達風格分類的知識表達。
2. 外觀特徵與風格：從產品外觀特徵能夠分辨出該產品的設計風格時期與推斷出可能的年代，顯示不同設計風格時期的產品外觀特徵也會隨著改變。本研究針對 8 項產品的外觀特徵，依序為「車長」、「輪弧」、「頭燈數」、「車身尾部」、「三角窗位置」、「引擎蓋氣孔」、「火箭型保險桿」、「車側身曲線」，以及收集橫跨半世紀的 30 輛汽車樣本，其統計分析結果支持外觀特徵與風格時期有相關性。風格時期車長的迴歸分析也歸納出該風格時期車長的趨勢。
3. 分類的準確度：原來輸入的 30 個案例測試發現，有 2 個分類錯誤的案例，估計正確性為 93%。對於系統分類結果的評估，針對 12 名學生的外觀態度進行調查，同意系統所得到的分類結果，約占四成，不到一成的使用者不同意分類結果，六成使用者對於系統所得到的分類結果感到普通。即使分類結果無法符合每個使用者的外觀的感受，但可以一定程度輔助設計者分辨不同造形風格。
4. 風格時期的交替：此系統將少數汽車案例分類為錯誤的年代風格，原因可由上述第一個案例 Dodge Dart GT 的三項因素推斷為該風格時期的特色不明顯，以及具有非該風格時期的尺寸規格與異於同時期的產品外觀特徵。或許這正是風格時期改變的過渡期。
5. 例外的問題：除了上述第二個案例 Chrysler PT Cruiser 分類錯誤的原因之外，也可能有其他原因。PT Cruiser 是一輛復古味濃厚的汽車，本來就是刻意設計成迥異於現代汽車的簡潔造形。儘管是現代汽車的案例，也會因為具有流線型風格的種種特徵，而被分類在流線型風格，但是其現代化風格的特徵指數依然接近流線型風格的特徵指數。
6. 本系統的優劣：相對於設計史的描述，此系統提供了一個明確、迅速的方法來判斷風格，有些產品正好位於二個風格的交替時期，也同時具有二個時期的外觀特徵。設計史很少描述這些不具有風格特色，或是風格特色很模擬兩可的產品。但此系統不僅針對具代表性的產品，更為所有的產品提供分辨風格

- 的機會，而且以一個比較客觀的分類方式，是不同於設計史的描述，卻缺少了故事般的情節，能夠將整個風格前後的演變引動的描述。
7. 加權規則的優越性：以 Bayesian 偶然性和可能性加權數值的做法，提供了另一種更好的分辨風格方式。單純運用外觀造型特徵的規則來分辨設計風格有規則繁複的缺點，而且如果不能明確的辨識外觀的特徵，也會造成難以分類的問題。反觀本系統考慮了汽車外觀特徵在不同的造型風格時期中所佔的可能性。若使用者只認得一項外觀特徵，系統就只依照這一項特徵進行風格分類。若使用者誤認了其中一個外觀特徵，也只會造成三個風格特徵指數相對接近，不至於造成整個風格難以分辨。
 8. 可能應用：(1) 創新設計—有些案例難以分類正是檢驗創新設計的一種途徑。以 Chrysler PT Cruiser 復古型汽車造型為例，被系統分類為具有流線型風格，這意味它是不同於應隸屬的風格時期的創新設計！如此，STYRULE 反而可用來檢測創新程度。(2) Image Map- STYRULE 的風格特徵指數可在 Image Map 上指出適當定位，有別於設計者的主觀判定。

6-2 後繼研究建議

本文建議未來值得繼續研究的方向如下：

1. 一般化問題：本研究僅以一定期間內 30 部道奇汽車為樣本，是否能進一步推論至整個汽車造型分類，乃至所有產品的造型分類，仍有待進一步研究。
2. 系統效能的提昇：此系統有兩個彼此關係密切的課題值得繼續探討：一是準確性的提昇，二是設計知識的獲得（指如何擷取有效的外觀特徵與規則）。系統的準確性不高可能是尚未掌握足以分辨造型風格的外觀特徵與規則，也可能是這種分類原本就難以用規則表達；前者容易在技術上克服，但後者誠屬規則式推理的限制與設計史的本質。
3. 其他人工智慧技術的應用：本研究並未探討使用類神經網路或模糊理論等技術來解決，是否優於 Bayesian 推理方式的專家系統，未來值得嘗試運用其他人工智慧技術來探討造型分類的問題。
4. 網際網路應用：STYRULE 可繼續發展一套讓設計者在網際網路團隊合作共同建置資料庫、決定分類規則、共同分享分類工具和製作 Image Map 的系統。

參考文獻

1. 王鴻祥，2001，翻案驚奇：一個設計邏輯的觀點，第六屆設計學術研究成果論文集，中華民國設計學會。
2. 王秀雄譯，1996，美術設計的基礎，台北：大隆書店。
3. 李玉龍、張翹成譯，1995，新設計史，Penny Sparke 著，台北：六喜，p.165。
4. 佐川九郎，1991，設計概論，台北：藝風堂。
5. 林遠志、陳振男譯，2000，電腦如何思考，Daniel Hillis 著，台北：天下文化。
6. 邱茂林、劉舜仁，1997，建築設計中案例之選擇與調適，國科會專題研究計畫成果報告。
7. 陳誠亮等，2002，模糊理論簡介及其在專家系統與工業上的應用，科儀新知，pp.62-76。
8. 溫國忠，1996，類神經網路的建築設計案例學習，博士論文，台灣大學建築與城鄉研究所，台北。
9. 劉育琳，1995，建築的設計思考，台北：胡氏圖書。
10. 謝明峰，2000，日治時期台灣鐵道車站類型研究，碩士論文，東海大學建築學系，台中。
11. 邊守仁，1999，產品創新設計，台北：全華。
12. 蘇茂生譯，1988，工業設計製品預想圖，台北：大隆書店。
13. Chen, Y. H., Wang, Y. Z. and Wang, M. H., 2001, A Web-Based Fuzzy Mass Customization System, *Journal of Manufacturing System*, Vol. 20, No. 4, pp. 280-286.
14. Durkin, J., 1994, *Expert Systems*, New York: Prentice Hall International.
15. Langworth, R. M. et al, 2001, *The Complete Book of Collectible Cars*, New York: Publications International.
16. Leake, David B., 1993, *Case-base Reasoning*, New York: AAAI Press.
17. Muller, W. and Pasman, G., 1996, Typology and the organisation of design knowledge. *Design Studies*, Vol. 17, No 2, pp.111-130.
18. Negnevitsky, M., 2002, *Artificial Intelligence*, New York: Addison-Wesley.

誌謝

作者特別感謝匿名審查人對於本文內容與架構的建設性修正意見，以及國科會專題計畫案（編號 92-2516-S-027-002）對於本文部分研究成果的補助。

STYRULE—A Classification System of Car Styling

Hung-Hsiang Wang* Chih-Ping Chen**

* Graduate Institute of Innovation and Design, National Taipei University of Technology
e-mail:wanghh@ntut.edu.tw

** Graduate Institute of Innovation and Design, National Taipei University of Technology
e-mail:roychen092@hotmail.com

(Date Received : July 15,2003 ; Date Accepted : June 10,2004)

Abstract

This paper is to develop a prototype of expert system for style classification, namely, STYRULE, by means of specifying the relationship between product appearance features and the corresponding styles. First, thirty car models produced by Dodge Motor Company from 1942 through 1997 are chosen as examples. The associations between ten appearance features of these cars and the corresponding styles are examined by using statistical methods. As a result, they are transformed to a set of weighted rules for classifying styles in order to build STYRULE. The relationship between these car's appearance features with their production year and the corresponding styles as well can be specified to a certain extent. The major reason that few trial cars are incorrectly classified by STYRULE into the styles that precedes or follows their correct styles may be that they were produced during the overlapping period of these two styles, which are defined by most design historians. Since STYRULE shows a rather good performance, it is useful to classify the styles and to examine the novelty of car styling, and has potentials to expand to a more sophisticated system.

Keywords: Industrial design, Style, Rule-based reasoning, Expert system

