

南華大學企業管理系管理科學博士論文

A DISSERTATION FOR THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY

Ph.D PROGRAM IN MANAGEMENT SCIENCES

DEPARTMENT OF BUSINESS ADMINISTRATION

NANHUA UNIVERSITY

客製化模組產品推薦服務系統建立之研究

THE STUDY OF BUILDING RECOMMENDATION SERVICE SYSTEMS FOR
CUSTOMIZATION MODULAR PRODUCTS

指導教授：陳森勝博士

ADVISOR : MIAO-SHENG CHEN Ph.D.

研究生：洪飛恭

GRADUATE STUDENT : FEI-KUNG HUNG

中 華 民 國 1 0 0 年 1 月

南 華 大 學

企業管理系管理科學博士班

博 士 學 位 論 文

客製化模組產品推薦服務系統建立之研究

研究生：洪飛恭

經考試合格特此證明

口試委員： 林建榮

劉春初

楊長輝

黃國忠

陳建榮

指導教授： 陳建榮

系主任： 吳俊賢

口試日期：中華民國 九十九 年 十二 月 三十 日

誌 謝

本論文得以順利完成，最要感謝恩師 陳校長焱勝 博士在求學期間諄諄地教導與鼓勵，支持並幫助我探索興趣的學術領域，在恩師悉心指引下，從觀念的啟發及對論文寫作上的訓練、使學生我受益匪淺；師恩浩瀚，永銘心中。

校內初審口試時，承蒙系上師長藍俊雄博士、陳券彪博士、范惟翔博士、褚麗絹博士、莊鎧溫博士、郭東昇博士、紀信光博士、沈昭吟博士、袁淑芳博士、許淑鴻博士等提供寶貴建議與指正，受益良多。在論文口試時，承蒙林進財博士、賴奎魁博士、劉春初博士、黃國忠博士不吝指正，經過他們嚴謹的審核，提供助益的評論與建議，使本論文更臻完備；謹此致上萬分謝忱。

求學期間，與同窗至忠、亮倫、惠玲、淑慧及同學們，彼此相互扶持、勉勵，認真地探索學問、分享生活，這酸甜的日子真是人生豐碩的一段。校內外口試期間藍院長、學妹佳玲、助理美淑的協助，使這一切更為圓滿順利，衷心感謝。

投稿期間，承蒙妻弟宏榮、宏政提供許多撰寫論文的經驗及方法，同事梁季倉、陳耀賢、邱垂鎮及好友陳智彥等多人在論文內容、問卷方面的協助及鼓勵，才得以順利完成。

從碩士畢業至今近25年後獲得博士學位，真是彌足珍貴。最後要感謝我最親愛的家人，感謝他們多年來的關心支持及鼓勵，願意將此論文獻予摯愛的雙親、岳父母、吾妻秀湄、吾女郁雅、郁婷以及所有關心與協助我的人，願與他們分享多年來辛苦的收穫。

飛恭 謹誌於吳鳳科技大學

南華大學企業管理系管理科學博士班
九十九學年度第一學期博士論文摘要

論文題目：客製化模組產品推薦服務系統建立之研究

研究生：洪飛恭

指導教授：陳森勝 博士

論文摘要內容：

在顧客導向時代商品市場上，消費者可以視其不同需求狀況，購買不同型別或功能等級的產品，而製造商將各功能組件模組化後，即可以同一產品主體，延伸變化出不同類別等級的商品，增強產品的競爭力。

本文針對客製化模組產品設計，提供兩種不同理論模式，建立消費者需求、產品功能特徵及其兩者的關聯性評價，並運用不同理論，在經由專家意見建立模組產品資料庫中，評價出最合適的模組產品或功能元件；其後透過兩個不同的個案企業模組產品來建立消費者推薦服務系統，使企業可根據不同顧客需求，透過系統推薦顧客不同的模組產品，或是由顧客在系統上自行輸入基本需求，隨時可搜尋最合適顧客需求的商品。

本文客製化模組產品設計所建立的模式，產品設計模式一：以模糊資訊公理作為評價及決策法則；產品設計模式二：以層級分析法、模糊理論、倒傳遞類神經網路及灰關聯分析作為評價及決策法則；在今日網路與電子商務的技術已日趨成熟下，相信有許多的廠商，迫切需要一個能妥善引導顧客需求的推薦服務系統，廠商可從服務系統中、業務人員及廠商網站中取得顧客需求與選擇產品的相對資訊，這些資訊取得對企業產品的銷售及研發將有很大助益。

關鍵詞：客製化、模組產品、推薦服務、模糊資訊公理、層級分析法

Title of Dissertation: The Study of Building Recommendation Service Systems
For Customization Modular Products

Department: Ph.D. Program in Management Sciences, Department of Business
Administration, Nanhua University

Graduate Date: January, 2011 Degree Conferred: Ph.D.

Name of Student: Fei-Kung Hung Advisor: Miao-Sheng Chen Ph.D.

Abstract

In the era of customer-oriented merchandising marketing, consumers can depend on the status of their needs to purchase the products at different levels of model or function. Therefore, the manufacturers modulate their products by the level of functions and components. Hence, with the same major component of the product can be tuned to various categories and grades to enhance the competitiveness of their products.

In this research, we use two different theoretical models for customized modular product design to establish the relationship of product evaluation between the status of consumer demands and the features of the product. Furthermore, by using different theories and the database of the product modules, that built through the inputs of the experts, we build the criteria for recommending the most suitable product by its modulated functions or components. Then, such mechanism is used to provide customer recommendation system for two different companies with their modulated products. The company can use the system to recommend suitable modulated product according to the needs of different customers. The customer can also use the system to search the desired products by inputting the requirement information.

The model build by the customized modular product design in this research, product design model I: we use fuzzy information axiom as the evaluation and decision principle of the product design model. Product design model II: the Analytical Hierarchy Process, Fuzzy Set Theory, Back-Propagation neural network, and Gray Relational Analysis are also used for the evaluation and decision principle of the product design model. With the maturity of current network technologies and e-commerce practices, a suitable recommendation service system to guide customer's needs is needed for marketing. The manufacturers can use this system to extract the information of the needs for their customers as well as the choices of the products the made. Such information should provide valuable inputs for the sales and future improvement of the product to the company.

Keywords: Customization, Modular Product, Recommendation

Service, Fuzzy Information Axiom, Analytical Hierarchy Process

目錄

中文摘要.....	i
英文摘要.....	ii
目錄.....	iv
表目錄.....	vi
圖目錄.....	vii
符號說明.....	viii
第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景.....	1
1.2 研究問題與目的.....	4
1.3 研究流程.....	5
1.4 論文章節.....	7
1.5 研究範圍.....	7
第二章 文獻探討.....	8
2.1 消費者行為.....	8
2.2 產品設計概念.....	9
2.3 客製化模組產品設計.....	15
2.4 產品設計理論應用研究.....	19
第三章 研究方法與設計.....	25
3.1 模組產品設計架構.....	25
3.2 模組產品設計流程.....	26
3.3 產品設計模式一.....	26
3.4 產品設計模式二.....	31
第四章 客製化模組產品模式建構.....	45
4.1 運用模糊資訊公理建構之模式.....	45
4.2 運用模糊層級分析法、類神經網路及灰色理論建構之模式.....	51

第五章 企業模組產品推薦服務系統.....	57
5.1 個案公司筆記型電腦模組產品.....	57
5.2 個案公司嬰兒推車模組產品.....	68
第六章 結論與建議.....	77
6.1 結論.....	77
6.2 建議.....	79
6.3 研究限制.....	79
參考文獻.....	81
一、中文部分.....	81
二、英文部分.....	82
個人簡歷.....	90

表目錄

表 2.1 產品設計相關學者研究.....	22
表 3.1 產品設計模式一：研究方法及採用原因	27
表 3.2 產品設計模式二：研究方法及採用原因	32
表 3.3 顧客基本需求比較等級.....	36
表 4.1 七階需求等級三角模糊函數.....	46
表 4.2 顧客需求重要程度與需求與功能特徵關係程度評判結果表	48
表 4.3 需求重要程度/功能需求等級 與模糊函數對應關係表	51
表 4.4 「顧客需求」與「功能模組」之關聯程度語彙表	53
表 4.5 顧客需求重要程度與顧客需求/功能模組相關程度評判結果表	54
表 5.1 資深銷售業務人員選定顧客基本需求	58
表 5.2 筆電專家選定產品功能特徵.....	58
表 5.3 顧客需求與產品功能特徵之關聯表.....	59
表 5.4 專家評比模糊化產品資料庫.....	60
表 5.5 筆記型電腦價格與三角模糊等級關係	61
表 5.6 Feigo 的電腦需求及需求語彙等級	61
表 5.7 各產品功能特徵資訊量總和.....	62
表 5.8 Feigo 需求與產品功能特徵的模糊推理結果	63
表 5.9 Feigo 需求筆記型電腦產品功能特徵評價總和	63
表 5.10 適合 Feigo 筆記型電腦產品功能特徵排序表	64
表 5.11 Tom 的電腦需求及語彙等級	64
表 5.12 Tom 需求筆記型電腦產品功能特徵評價總和	65
表 5.13 Tom 需求筆記型電腦產品功能特徵評價總和	65
表 5.14 適合 Tom 筆記型電腦產品功能特徵排序表.....	66
表 5.15 嬰兒推車模組化功能型別分類.....	70
表 5.16 嬰兒推車 顧客需求擬定.....	71
表 5.17 顧客基本需求項目與模組化功能型別分類關聯程度表	72
表 5.18 可配對之模組樣式.....	73
表 5.19 顧客甲需求成對比較值.....	73
表 5.20 功能模組需求評價表.....	74
表 5.21 目標需求序列與 20 組可選配序列之灰關聯度值	75

圖目錄

圖 1.1 研究流程圖	6
圖 2.1 suh (2001) 公理設計四大領域.....	12
圖 2.2 資訊性公理設計各區域的三角模糊函數示意圖	14
圖 3.1 本研究架構圖	25
圖 3.2 三角模糊函數之隸屬函數	29
圖 3.3 倒傳遞類神經網路架構	39
圖 4.1 七階需求等級三角模糊函數之隸屬函數圖	47
圖 4.2 需求重要程度/功能需求等級 之三角模糊函數圖形	52
圖 5.1 產品功能特徵的品質特性模糊化圖形	60
圖 5.2 筆記型電腦產品推薦服務系統介面	68
圖 5.3 嬰兒推車功能圖示	69
圖 5.4 嬰兒推車產品推薦服務系統介面	76

符號說明

符號	說明
CN_j	顧客第 j 項需求
PF_i	產品第 i 項功能特徵
w_i	第 i 項顧客需求等級權重
\tilde{b}_j	正規化之顧客需求等級加權第 j 項產品功能特徵矩陣
\tilde{A}	第 i 顧客需求及 j 產品功能特徵矩陣
p_j	第 j 項產品特徵的共同區域與系統區域的面積比
I_j	第 j 個產品特徵資訊量
w_j^{nd}	第 j 項產品特徵項目之標準化權重
E	產品總評價值
$R_{n \times m}$	顧客需求與功能模組間相互的關聯性。有 n 項客戶需求 與 m 項功能組件類別矩陣
p_{ij}	第 i 項需求與第 j 項功能模組之折線函數的重心位置
P_j	第 j 項需求各功能組件的總和需求歸屬值

第一章 緒論

在追求高品質的現代社會裡，一個產品或系統品質的優劣，直接影響其市場的競爭能力。因而高品質的產品或系統更是一個企業提高競爭力及生存的不二法門。然而，如何確保發展出一個高品質並且符合顧客需要的產品或系統，如何有效的應用顧客知識，則成為順利達成任務的主要因素。好的系統必須配合適當理論進行演算，才能產出一個能夠快速反應及滿足顧客需求的過程。因此建一個具上述特性之消費者產品推薦服務系統，讓客製化的產品設計過程中，企業能以更有效率的方式進行系統建置，將成為顧客、產品設計專家與企業共同要面對的課題。

1.1 研究背景

近年來，隨著科技的進步與顧客知識的不斷提昇，傳統以大量生產模式的單一商品已無法逐一滿足所有消費大眾的需求，企業開發新產品的策略亦由早期的「功能導向」轉變為「顧客導向」從了解顧客需求出發，希望針對每一個顧客，儘量地去滿足他的需求，使他的滿意度達到最高點，進而獲取最大的利潤。因此，對企業而言，以顧客需求為導向的運用可以維持現有顧客的忠誠度、創造每一位顧客新的需求，以及更有效率地吸引新的顧客，這是產品設計最重視的一個環節。

企業必須與顧客間建立一種新的學習性的關係，企業必須獲得顧客的資訊與情報，然後去滿足不同顧客的不同需求。因此，可滿足不同程度需求與特徵的商品因應而生。顧客可視需求狀況，購買不同功能等級的商品；而製造廠商在瞭解顧客需求後，即可以同一產品主體，延伸變化出不同特徵的商

品，增強產品的競爭力，這些產品可稱為客製化商品。

一般客製化產品以標準化作業系統作區分，Lampel and Mintzberg (1996) 定義了三個不同的客製化標準如下：

1. 客製標準化 (Customized Standardization)。裝配是客製化的。顧客可以從清單中的標準組件去選擇所需要的。這也可稱作為模組化或結構化製造。例如，汽車就是一個典型的例子。

2. 訂作客製化 (Tailored Customization)。提供一個普通原型給顧客，然後根據顧客個人化的喜好和需求去做調整。客製化完成再配送、裝配和製造。例如服裝的訂作是一個例子。

3. 完全客製化 (Pure Customization)。產品實施真正接單後才生產的模式，甚至在設計階段中，顧客喜好幾乎影響整個生產過程。

因此在產品設計中，所謂客製化(customization)產品不同於顧客化(customerization)產品。客製化產品意指一開始便對市場商品加以量身訂做。顧客化產品則意指，公司讓個別的顧客自行設計商品。而本文模組化產品就是「客製標準化」的一種設計方式，將產品轉換為由數種標準化的零組件來組裝後銷售的方式，提供消費者多樣的選擇。

在商品市場上，消費者可視其不同需求狀況，購買不同型別或功能等級的商品，因此，如何為不同的消費族群規劃出客製標準化的產品，不只使企業有更高的銷售金額及獲利空間，亦將是未來的e世代產業發展的關鍵因素，尤其在網路時代，這項選擇可在顧客「彈指之間」獲得很好的結果。尤其消費者面臨複雜購買決策時，如何協助消費者將購買需求轉化為具體的產品推薦建議，對於生產者與消費者，皆是一大福音。

消費者在選購產品時，往往只瞭解本身對該產品的需求情況，但是，對

於產品的功能型別與產品相關術語等較專業的知識，大都不甚明瞭。容易造成消費者憑感覺購買產品，待使用過後才發覺不適用的情形。因此，必須在產品設計過程中協助消費者選取「對」的商品，但是消費者對產品各項功能需求的程度上，即有明顯的差別及模糊性而不易作邏輯性推論。若是一昧將各項需求的重要性一視同仁，這樣的做法並無法得到較客觀理想的結果。通常消費者習慣採用形容詞語彙來描述對於產品的各項需求程度，但是語意的表達，充滿著相當程度的模糊性與不確定性。直到學者 Zadeh (1965) 提出模糊理論，開啟了如何將語意轉化成數量化表達之先河，相關的模糊理論的研究如雨後春筍般在各個領域中獲得成功的推廣。況且，需求之真正意向與產品功能間，亦存在相當程度的模糊關聯性，需要有適當的理論法則來解決彼此的關聯模式。

一般系統設計分為邏輯設計(logical design)和實體設計(physical design)。其中邏輯設計需定義出這個系統的所有輸入，由這個系統所產生的輸出，透過達成此系統的需求所必須執行的處理程序完成設計工作，若依前述定義則其設計過程描述將與完成這系統的方式與製造工具毫不相干。實體設計是指依照邏輯設計而進行設計，它是用來敘述所有製造系統元件是如何被完成的；良好的產品設計必須要能滿足顧客需求為目的，以功能方面來說，顧客對於產品的功能特性期望的表達，問卷者不能限制顧客的回答只能一個數字，而不是一個數值區間；對顧客來說產品功能有時需要愈大愈好、有時則需要剛好、有時則愈小愈好，前述這種顧客對產品特性需求的期望，在研究設計中必須加以考量。

現今顧客對產品的消費，比過去更有自我的主觀意識，尤其是強烈執著於自身眼光與價值觀者更是如此。其特徵是將產品的獨特性與實用性視為兩

種重要的購買指標來參考，這種考量使得具這些特性的產品會有較長的產品生命週期與較佳的創造需求，客製化的產品設計即由此思想轉變所發展出來設計意向。

1.2 研究問題與目的

為有效的替顧客挑選合適之產品，除讓產品具有獨特功能特徵外尚要兼顧顧客個別需求，在客製化模組產品的開發過程中，產品設計者及消費者選購商品時，可能出現的各種問題狀況說明如下：

1.當部份顧客需求之部分屬性不適合客製化生產，而顧客又未能瞭解其在生產上的限制(如生產成本過高)時，若生產者一味怕顧客流失而強行提出客製化產品的設計，將會造成生產上的困擾。

2.顧客本身的需求表達常是隱性且模糊的，其真正意向不易被產品設計者掌握。即顧客在選購產品時，往往沒有非常明確的需求意向，或是雖有需求卻無法清楚的表達；又設計者通常經過專業的訓練，對於產品的功能特徵較為敏感，這可能造成顧客與設計者之間認知的差異，這種差異使得產品設計者所提出之方案就必須經過多次的修正與回饋，才能逐漸接近顧客的需求。

3.顧客本身的需求因對產品特性不了解，不易對應至相關的產品元件或功能；現行產品之功能越來越多樣與分歧，一般顧客並非對產品有深入了解的專業人員，無法依據產品的特性，將自身的需求對應至相關之產品元件上，這很可能導致顧客購買到不合適的商品。

4.顧客的慾望有時是無止境的：顧客期望也並不是固定在某一個價格、規格及標準，現行顧客需求之方式，難以將顧客內心的渴望表現出來，對於顧客來說這是不公平的事，容易造成設計者與顧客之間的誤解。

5.客製化模組產品設計，於確認邏輯演繹的過程中，缺乏有效率的評價方法：客製化模組產品設計的過程，是由顧客提出需求，設計者針對顧客提出的需求來設計可行方案，並經評價後，設計者決定合適的結果；但這結果較不易評估，甚至不知是否可行。在設計過程如果沒有加入該產品相關人員的協助，無法以實務經驗來證實消費者選購的結果。

6.無法經由消費者選購系統介面更了解顧客需求：消費者只能被動了解產品中少數幾種樣式、功能型態，無法藉由介面搜尋服務，提供企業根據顧客需求，選擇符合顧客需求的產品或模組，這種企業與顧客都可使用的平台，可讓企業更了解顧客，也是兩者溝通的橋樑，創造更多發展的關係。

根據以上問題，本文之研究目的如下：

- 1.針對客製化模組產品設計，提供兩種不同理論模式。
- 2.建立消費者需求、產品功能特徵及其兩者的關聯性評價，並運用這兩種不同理論，在經由專家意見建立模組產品資料庫，評價出最合適的模組產品或功能元件。
- 3.本文擬透過兩個不同的個案企業模組產品來建立消費者推薦服務系統。
- 4.企業可根據不同顧客需求，透過系統推薦顧客不同的模組產品，或是由顧客在系統上自行輸入基本需求，隨時可搜尋最合適顧客需求的商品。

1.3 研究流程

本文主要建立客製化模組產品設計模式，經由文獻探討瞭解相關學者的研究，在建立模式後，透過公司實務運作，並建立推薦服務系統來使用，希望藉此能更了解消費者需求；本文研究流程如圖 1.1

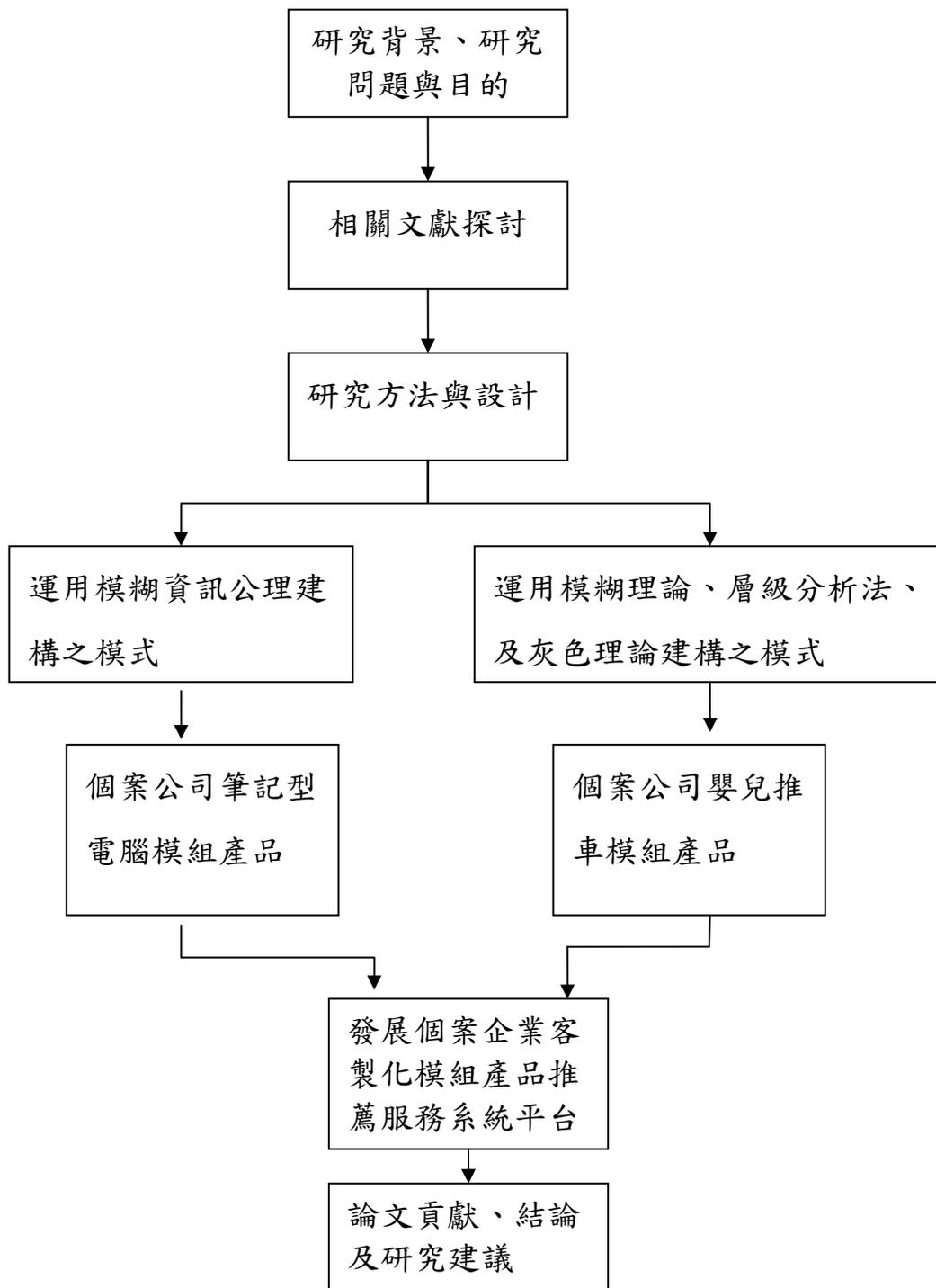


圖 1.1 研究流程圖

1.4 論文章節

本文主要探討客製化產模組產品設計，並協助企業建立推薦服務系統，內容共分成六個章節：

第一章為緒論，本章說明研究背景、研究問題與目的及與流程。

第二章為文獻探討，本章探討學者針對消費者行為、客製化模組產品設計相關理論及應用之研究。

第三章為研究方法與設計，本章探討產品設計演算架構及流程，模糊理論、資訊公理、層級分析法、類神經網路及灰色系統理論等理論背景。

第四章為客製化模組產品模式建構，本章探討運用模糊資訊公理建構之模式，運用模糊理論、層級分析法、類神經網路及灰色理論建構之模式。

第五章為企業模組產品推薦服務系統，本章探討個案公司筆記型電腦模組產品，個案公司嬰兒推車模組產品。

第六章為結論與建議，本章探討本論文貢獻、結論與未來研究建議。

1.5 研究範圍

本研究之範圍包括有「對象」、「內容」兩方面，分別敘述如下：

1.研究對象:本研究以嘉義縣市企業為實務操作範疇，協助本文研究有企業內的產品研發人員、資深產品銷售人員及該產品專家為主。

2.研究內容：本研究主要探討客製化模組產品設計的模式及建立企業推薦服務系統。

第二章 文獻探討

本章主要探討客製化產品模組的設計，產品的設計構想是以消費者需求為基礎，產品功能特徵為聯結，並建立通用性的邏輯分析，客製化模組產品的認識、實務的各種應用，到模組產品設計架構及流程的建立，其中相關研究文獻及探討，做為本文的基礎。

2.1 消費者行為

在「顧客導向時代」，消費者行為早已成為各企業在設計產品時重要的依據；美國行銷協會(American Marketing Association)將消費者行為定義為「情感與認知、行為以及環境的互動結果，藉此人類進行生活上的交換行為。」換言之，消費者行為包括其特有的思想與感覺，以及在消費過程中的變動。從這定義中可得知：

1.消費者行為是動態的

由於環境會影響個別消費者、消費者群體和整個社會的想法、感受與行動，環境的變動是持續進行的，所以消費者行為是動態變化。瞭解消費者消費變動心理歷程，對於設計者來說，是最好的學習機會。

2.消費者行為是互動的

企業學習與顧客互動成為與消費者溝通的最佳方式，這些互動是消費者的想法、感覺、行動與文化一連串的結果。企業越了解這些互動如何影響個別消費者、群體消費者，以及整個社會，就越能滿足消費者的需求與欲望，設計之產品也能為消費者所接受。

Engel, Blackwell and Miniard (1993) 則定義消費者行為：「消費者在取得、消費與處置產品或服務時，所涉及的各项活動。」這些活動包括起動消

費行為的動機及心理因素，消費者經由所蒐集的產品訊息產生對於產品的認知，進而對產品進行評估，由評估產生態度及對產品的信心，進而影響對產品的購買意願，產生了最後的購買結果，並產生回饋的舉動，這些活動過程稱為「消費者行為決策過程。」

以「顧客導向」為主的企業經營型態，了解顧客才是真正使用產品的人。因此在進行新產品設計、製造及行銷時，產品必需要符合消費者真正的需求，使消費者願意有消費行為進而為企業帶來經營績效。根據Blackwell, Miniard and Engel (2001) 在「消費者行為」一書中也認為企業經營的演進方向，從「製造導向」到「消費者導向」，因此消費者行為的研究也在演進，企業組織針對消費者行為而改變。消費者行為的重要性不言可喻。Kotler (2000) 認為有許多產品是消費者所不需要的，或是所設計出來的產品並不是消費者所想要的，並指出全球每年的新問世產品中 80% 都是失敗的，只有少數的產品是成功的。Narver and Slater (1998) 則定義「顧客導向」係指充分瞭解目標市場的顧客需要，且持續地為顧客創造超越以往的終生價值。因此顧客除購買產品的行為外，還可以從中獲得產品及服務的相關知識。總而言之，引發消費者需求行為是啟動產品設計的鑰匙。

2.2 產品設計概念

一般產品是指組裝完成進行販售之完整產品，Jones (1992)及Baxter (1995)認為在陳舊觀念下經營的企業，產品的設計構想往往取決於企業決策者的主觀因素。在新產品設計之前，缺乏有系統的消費市場研究和驗證程序。而Liu and Hsiao (2000)也認為當展開新產品設計時，忽視以系統化設計程序來分析消費者心理需求與產品功能、屬性因素，導致所開發出的產品失

敗率往往非常高。因此企業如何快速回應市場需求，開發出滿足不同客群之多樣化商品，並以此設計概念帶領企業走入開發新方向。

早期討論產品設計觀念的相關文獻，一般致力於如何將顧客的喜好轉化成實體的產品。根據以往學者 Lehmann and Donald (1971)、Rosko, Devita, McKenna and Walker (1985) 及其他學者研究中，大部分的方法皆是以 1960 年代的多元尺度分析法(Multidimensional Scaling Analysis; MDSA)來作為產品認知和偏好的衡量並成為產品設計的基礎。

而大多數的消費者決策變數，是由許多屬性所組成的，消費者會針對各屬性的主觀效用及客觀相對重要性，依一定組合規則，來取得一個效用最大者，作為其合理的決策。聯合分析法(Conjoint Analysis Method)便是將判斷的結果，依一定的分解規則，解離出各屬性在不同水準之成份效用值與各屬性的相對重要性。Green and Srinivasan (1978) 認為聯合分析是在已知受測者對某一產品（受測體）集合之整體評估結果的情況下，經由分解方法(Decompositional Approach) 估計其偏好結構的一種分析方法。此法受研究者及企業重視，而 Wittink and Cattin (1989) 利用聯合分析法來作為新產品設計時的評估基礎以尋求最佳化的產品設計。

在重視顧客導向觀念的時代，產品及設計觀念在於強調產品必須能滿足顧客的需要及慾望。Cooper, Robert, Kleinschmidt and Elko (1987)等學者認為一個產品設計者若能了解顧客的需要與慾望而設計出產品以滿足之，則此產品必然是一個成功的產品。在進步社會，優良產品品質一直受到顧客青睞；因此，追求產品品質優良是重要考量因素，Sullivan (1987) 定義品質機能展開是一整體性的概念，意指在每一個產品開發與製造的階段（行銷策略、規劃、產品設計及工程評估、製造及銷售），能將顧客的需求轉換成適當的

技術需求。Hauser and Clausing (1988)採用品質機能展開方法(Quality Function Deployment, 簡稱 QFD)，將顧客對產品的需求進行多層次的演繹分析，轉變為產品設計要求、零組件的特性、製程設計要求、生產要求的品質工程管理技術。而 Garvin (1987)指出這是一種針對消費者對品質的各種層面要求來設計產品。品質功能展開法的基本方法是以品質屋(Quality House)的模式，分析客戶需求與產品品質特性及工程管理措施之間的關係，找出關鍵措施以指導工程及管理人員重視焦點而能有效管理，避免矛盾，製造出客戶滿意的產品。當然，若能將顧客需求與產品或設計理念結合，也可以達到成功產品的條件。Urban,& Hauser (1992)則利用此方法及程序應用在新產品發展方面。

美國麻省理工學院的學者 Suh(1990,1995,1997,2001)及 Suh, Cochran and Paulo (1998)擴展了品質功能展開法，進而提出「公理設計 (Axiomatic Design; AD)」理論，文中認為所謂的設計是指在「我們想要達成的是什麼」與「我們如何去達成它」之間的一種不斷地交替，設計程序一般認為是由下列幾個步驟所組成的：

1. 針對所給定的一組顧客的特性建立設計目標來滿足之。
2. 產生各種的構想來獲得具有說服力的解決方案。
3. 分析各種替代性的解決方案並找出最能滿足設計目標的那一個。
4. 將所選定的設計方案加以具體落實。

公理設計理論將顧客需求(Customer Needs; CN)轉換為功能特徵需求(Function Requirements; FR) 後，再以設計參數(Design Parameters; DP) 滿足功能需求，而每一個設計也被轉換成表達 FR 與 DP 之間關聯性的「設計矩陣(Design Matrix)」而這些設計參數可能有許多不同的程序變數(Process

Variables, PV)，可以選擇，此即程序領域。如圖 2.1 所示，

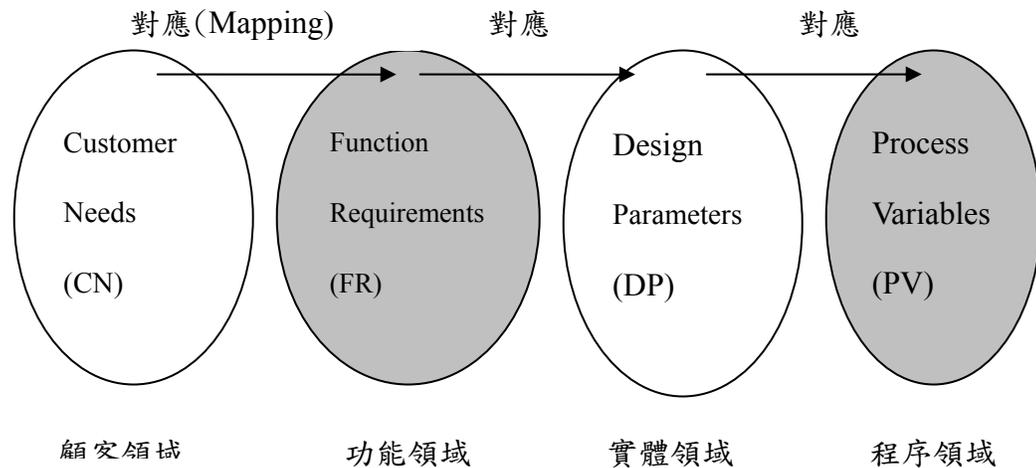


圖 2.1 suh (2001) 公理設計四大領域

由圖2.1公理設計將設計程序描述為由顧客領域 (Customer Domain) 至功能領域(Function Domain)、實體領域 (Physical Domain) 與程序領域 (Process Domain) 之間對應 (Mapping)的四大領域。

為使上述四個領域能有效的進行，Suh(2001)提出了兩個設計公理：

1.公理一：獨立性公理(The Independence Axiom)

2.公理二：資訊性公理(The Information Axiom；IA)

公理一內容指出：要求在設計過程中各功能(FR)間必須彼此相互獨立，而且一個設計參數(DP)只能影響其相關的一個功能要求，任何兩個功能要求沒有任何的牽連。因此，任何兩個功能要求或兩個設計參數間皆沒有相互作用或關係，基於上述考量，將可以使得設計的過程變得非常單純，因為只要針對一個功能要求設計一個適當的參數即可，而毋須考慮各功能間的關係。

另方面，在此各個功能要求彼此獨立的原則下，亦可使得設計參數的組合數量減少，而使得選擇設計參數時變得容易些。

公理二內容指出：在公理一獨立性公理下所有可以滿足某一功能要求 (FR) 的所有設計參數 (DP) 中，資訊量最小者的設計參數是最好的。這個公理主要的目的是在產生一個簡單設計。Suh (2001) 將資訊量 (Information Content)，簡稱為 I 其計算公式為：

$$I = \log (\text{系統區域} / \text{共同區域})$$

若 I 愈小，則表示共同區域愈大，亦即若共同區域愈大時，則此產品設計參數設計之產品愈易獲得成功。而所謂成功意指較能滿足其所對應的功能要求而言。在此定義所謂的系統區域 (System Range) 即指廠商的製造能力 (Capable Of Manufacturing)，設計區域 (Design Range) 為設計者的要求，而共同區域 (Common Range) 則係表示系統區域與設計區域相互重疊的部份。因此當共同區域愈大，則表示設計者的理念能由製造者製造出來的機會愈大，因此成功的可能性也愈高；如以三角模糊函數的量化其值，則可將資訊性公理稱為模糊資訊性公理 (Fuzzy Information Axiom ; FIA)，如圖 2.2 表示。其中 α 、 β 、 γ 、 δ 代表設計區域、共同區域及系統區域三角形三個頂點的 x 軸映射值。

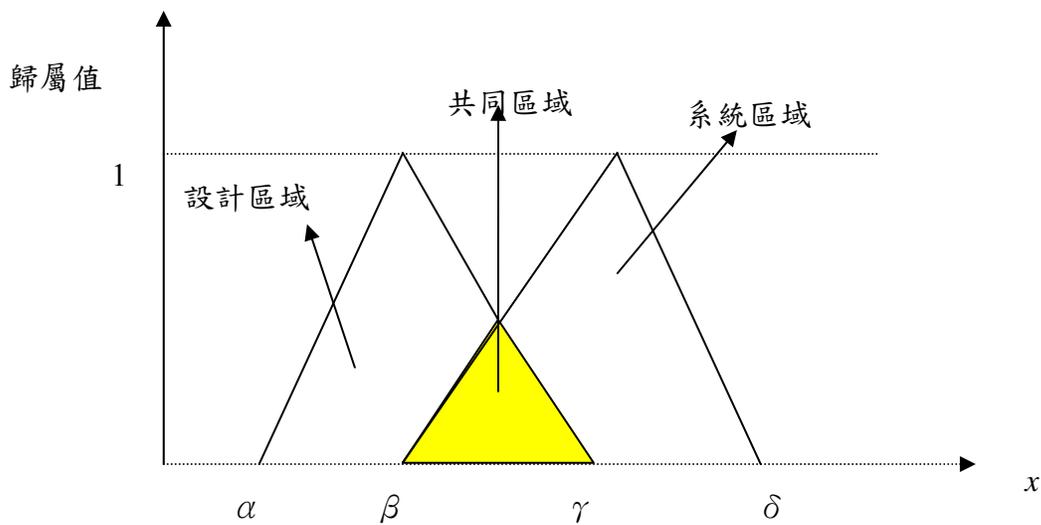


圖 2.2 資訊性公理設計各區域的三角模糊函數示意圖

資訊公理設計主要可利用在人因工程範疇，Helander and Lin (2002)使用資訊公理在人因工程上，Karwowski (2005)也強調資訊公理可以解決複雜人因工程問題，並可得到效益；而Diyar and Kulak (2007)則將資訊性公理使用在產品設計評估上。

消費者對於產品的品質慾望，並不僅是一個目標值，特別是針對產品功能特徵更有很大的期望，對於廠商提供之功能，常不能滿足，因此學者田口玄一 (Taguchi)在1960年提出田口法(Taguchi Method)的概念。

Taguchi(1986)定義品質特性可以概分為望大特性(The Larger the Better)、望小特性(Smaller the Better)與望目特性(Nominal the Best)，簡單說明如下：

1. 望大特性：顧客期望有些品質特性越大越好，例如儲存量大小。
2. 望小特性：顧客期望有些品質特性越小越好，例如產品價格等。
3. 望目特性：顧客期望有些品質特性有一目標值，例如外觀顏色。

設定產品設計時，將這種「田口法」概念加入應用在顧客對產品功能特徵的需求上較符合實際情形，對於顧客來說選購結果更符合自己的需要。

2.3 客製化模組產品設計

對於客製化之產品設計，根據以往學者Davis (1989)定義為運用資訊技術，以大量生產的成本觀念，去開發個人化設計的產品，來符合特定顧客的需求。隨著經濟理論的發展，客製化產品設計乃是為反應顧客更貼近的需求，以更快速的方式透過模組化設計將顧客需求反應至產品特徵上。客製化的產品設計，對顧客而言，提供顧客較適切的產品；對企業而言，可提升產品於市場上的競爭力，故為具有優勢的一種設計策略

本文的客製化以Lampel and Mintzberg (1996) 定義了五個不同的客製化標準中的「客製標準化」，裝配是客製化的。顧客可以從清單中的標準組件去選擇所需要的，或是對於以組裝完成的不同功能組合進行選購；這也可稱作為模組化或結構化製造。

另有根據以往學者Coates and Wolff (1995) 有定義客製化有軟性客製化 (Soft Customization) 和硬性客製化 (Hard Customization) 兩種，軟性客製化可被視為客製標準化的同義詞，通常是指顧客在製造流程中並不會主動的干涉，而硬性標準化則是近似於訂做標準化。

Gilmore & Pine II (1997) 則提出四個達到客製化的方法：協同 (Collaborative)、適應 (Adaptive)、外表 (Cosmetic) 和透明 (Transparent)。協同客製化是指顧客參與設計流程階段，讓顧客可以自行選擇或組合所要的產品但是製造和裝配流程可能是標準化的形式，適應客製化說明流程基本上是標準的，但可以讓顧客自行修改，以符合自己需要的客製化產品；外表客

製化和客製標準化相似，這類的產品大都相同，只是顧客通常希望產品能以不同的方式呈現，像是不同大小的包裝；透明客製化則和外表客製化幾乎相反，產品的包裝和運送都是標準的程序，但是產品本身則是客製化的。因此顧客的喜好就會被考量在產品設計流程當中，但是其他方面如製造、裝配和配送流程則採標準化的方式。

學者對於客製化產品也有些代表性看法如下：劉毓民（2000）認為提供客製化產品或服務是一對一的行銷原則，其行銷之思維在如何滿足顧客個別的需求，係針對少數且特定目標，進行提升顧客忠誠度的行銷目的。Gilmore and Pine II (1997)提出客製化之產品設計係針對個體特有的屬性或行為，所創造的特有價值與功能。Allen (1999)建議客製化的產品設計要能讓每一位使用者，在有限的選項與模組中，選擇所需要的產品規格。Nunes and Kambil (2001)則強調客製化的產品設計，應該要能讓顧客自行去決定個人的偏好。Jiang (2002)則建議客製化的產品設計，應透過詢問顧客其對產品或服務的偏好水準為何，再以這些偏好為基礎，去發展量身訂作的產品或服務。Pine II (1993)、Helander and Jiao (2002)等學者則認為可以利用資訊及通訊技術，快速且低成本地連結各組織的能力，形成最佳的模組，來滿足顧客的需求並達到客製化，此組織即為一個動態網路，可整合設計和生產來提升價值。模組化(Modularization)也是強調的重點，Kotler (1989)認為可透過單一製程的模組化，以便宜且迅速的生產方式生產多樣化的產品與服務，Pine II (1993)也提出利用重新組合可以大量生產的基本模組，以達到大量生產的成本滿足個別需求的目的。Sundgren(1999)認為因應市場上流行趨勢快速的變化，以及消費者對產品多樣性的需求，相關業者及研究機構針對車架、剎車機構及花轂等共用性較高的組件，進行模組化設計的開發模式，以

增進零組件共用性、降低零組件之生產成本並且能保持產品的共用性，以創造產品的多樣化，快速回應市場之消費者不同的需求。Coner(2003)則發表個人客製化的概念，將顧客關係管理 CRM (Customer Relationship Management)的範圍延伸至以個人為目標的客製化技術，讓企業能藉由顧客經驗與行為來創造產品的特色，以強化經營哲學。

就企業長久經營的策略上來說，客製化之產品設計所具備有的優勢與特性是值得深入來探討，藉由滿足顧客需求，並有效提高顧客滿意度，讓企業品牌的形象和知名度更容易在市場上取得優勢，也能帶動起企業其他產品的銷售額。客製化之產品設計主要訴求特質是(1)以顧客需求為導向 (2)以資訊技術技術為骨幹(3)以模組化設計與標準化零件為基礎(4)以快速即時反應為目標。

客製化產品發展是作業趨勢，將產品模組化則是其重要的應用，對於企業經營與顧客需求都有幫助。針對模組化方面，產品模組化是一種將產品轉換為由數種標準化的零組件來組裝的設計方式，在客製標準化中模組化產品設計是指將產品設計分成幾個子系統，然後將這些子系統規格化及標準化，建立系統之間相容的條件，最後依這些條件將各個子系統做裝配，即可完成產品設計的動作。

在產品研發的過程中，研究產品標準化及規格化，是模組化產品設計中最重要的基礎，由於模組化產品設計是分為多項子系統，最後再將這些子系統做裝配，提供顧客依據自己喜好選擇，因此各模組件之間的標準化及規格化非常重要，只有這樣才可以確保後續在裝配程序時，彼此能有正確的裝配，避免有干涉或是不相容的情況發生，進而節省不必要的裝配時間浪費，降低生產成本。當然顧客對這些標準化或規格化的選擇如能透過科技技術以

平台選項方式來進行，將可以省下許多麻煩。

Stone, Wood and Crawford (2000)認為在模組化產品設計的過程中，先定義各模組之間之裝配條件，對於產品的每一項功能而言皆為一個模組件，經過裝配定義後，產品就能對單一模組進行變更，而且不會對於其他的模組造成影響，在後續的產品更新、維修及替換將會更加便利，因此可以節省許多產品之設計成本，並提供產品變異以及衍生不同特性之產品。而 Sanchez (1999)提及在過去傳統的產品設計，都能具備多功能性，反而造成產品需不斷測試與修改，造成產品上市時間延後。而以模組化產品設計則因產品結構標準化及規格化，所以若有組成元件需修改時，並不需其他組成設計，故縮短開發時間與解省多方的資源。

Ma, Zhong, Yso and Zhou (2004) 將模組化產品設計，利用分析階層式架構幾何模型，在虛擬環境中以直覺的方式建立細部設計的模型，並對於實體模型中的限制條件以及幾何之間的關係有相當清楚的描述。在產品客製化量產方面，亦提到模組化設計在成功的大量客製化設計中扮演很重要的角色，在模組化設計中功能、物質上和輔助特徵之零件間模糊關係皆可以被量化。Allen, Carone, Williams and Mistree (2003)等學者利用模組化產品設計使用在工程領域中。

Huang (2000)指出使用模組化設計架構進行產品設計，有以下幾項優點：

- 1.經濟規模效益：一般模組化產品都會大量進行生產，成本降低，因此經濟效益也跟著提升。

- 2.提高零件設計變更之便利性：由於不同的模組對應一項作業，而模組之間以介面作為裝配條件，因此每項模組都是個別獨立且不受其他模組之影

響，所以當需要設計變更時僅需針對某一模組進行變更，以提高設計變更之可能性。

3.增加產品的多樣化：模組化產品設計可以藉由不同的模組做搭配組合，使得產品變化更為多元化，進而增加產品的多樣性也滿足各個不同消費族群的需求。

4.縮短訂貨的前置時間：模組大量的製造下，有系統的產品零件補給能夠縮短製造時的前置時間，因此訂貨的前置時間也會縮短，對於物料需求規劃有很大幫助。

5.工作分割並平行處理：由於各個介面及模組已經被標準化，所以各介面有能力來分割設計及產品的工作，分割的結果能夠減少工作的複雜度，並且能夠在平行處理下完成每項工作。

6.產品易於升級、維修與回收：因為一個產品是由多個模組組合而成，因此當產品需要維修時，只須更換某些模組即可，所以產品模組化將可以在產品升級、維修及回收時發揮很大的功用。

模組化產品設計，應針對顧客不同程度需求與不同功能的模組化產品之間找出對應關係。產品設計者依其專業知識將產品功能特徵分類組合，顧客可視需求狀況，選購不同功能等級的產品；而製造商將各功能組件模組化後，即可以同一產品主體，延伸變化出不同類別等級的產品，延長產品線，增強產品及企業的競爭力。

2.4 產品設計理論應用研究

通常消費者習慣採用形容詞語彙來描述對於產品的各項需求程度，但是語意的表達，充滿著相當程度的模糊性與不確定性。Zadeh (1965)提出模糊

理論，開啟了如何將語意表達數量化之先河，相關的研究如雨後春筍般在各個領域中獲得成功的推廣。但是並非所有的不確定性的量化表達都適合以模糊理論來處理，因為模糊理論乃適合「外延不明確、內涵明確」的問題處理，例如：行動電話的重量需「非常輕」即是內在意思明確，但是外在需求重量卻相當含糊的表達。因此，鄧聚龍 (1989)年提出灰色理論來處理「外延明確、內涵不明確」的問題，例如：行動電話的重量需「介於60-80 g」的表達即是灰色概念的傳達，因為其外在的意思明確，但是內在的意涵不明確。本文中所指的模糊函數專指三角模糊數，因為在一般設計者大多只能給予設計方案的評估值，例如：大約等於10，而無法給予區間的評估值，例如：大約在8 到10 之間，而三角模糊數則可計算區間評估值，較符合本文需求。

過去針對相關產品設計的評估學者模式中，有許多針對不同產品及理論模式的應用研究。例如陳文華 (1999)認為應用資訊科技大量蒐集且儲存有關客戶的所有資料並且加以分析找出背後有用的知識來輔助決策。

模糊理論方面， Hsieh and Chen (1999)運用模糊理論作有關產品定位的決策，協助產品設計師作設計諮詢決策， Sun, Kalenchuk, Xue and Gu (2000)則試圖以模糊理論，針對產品概念設計案作評價決策，學者 Chen(1985)則運用三角模糊函數，於多目標檢覈基準之條件下，進行最適方案之決策。

而灰色理論相關的研究也廣泛的應用在許多領域。Chang and Lin (1999)、Xiao (2000)、Zhou and Deng (2001)、Zhou(2001)等學者運用灰色系統理論建立因素間的模型關係式等做為產品開發系統化定量化理論之法則依據，劉鎮源、唐麗英(2009) 則利用灰色理論與感性工學為架構之系統設計程序，來有效提升設計品質及縮短產品開發前置時間，有助於提昇企業之競爭力。邱志建、陳仕豪和林坤建(1999) 應用灰關聯分析於大哥大手機台

灣市場競爭力，以市場消費者的功能需求，實際計算出模擬值，並提供消費者做參考。

灰關聯度表示兩序列間之相關程度，若灰關聯度越接近1，則表示其相關程度越高。若將比序列對同一參考序列的灰關聯度依其大小順序予以排序，則可組成一有排列關係的灰關聯序，依照灰關聯序的大小，可以清楚地看出滿意程度(鄧聚龍，2003；Chang, Wen & Raiffa，2000)。

在多重準則決策的觀念中，以 Satty (1971,1980)所提出的層級分析法 (Analytic Hierarchy Process；AHP)被廣為使用。認為層級分析法能將複雜的多重準則決策問題細分，並加以評估，且其操作容易。層級分析法仍有其不精確性，因其評估時係以相對比較的方式來衡量專家對兩兩因素間的看法。針對這個問題，根據以往學者Laarhoven and Pedrycz (1983)將層級分析法加上模糊理論的觀念，發展出模糊層級分析法(Fuzzy Analytic Hierarchy Process；FAHP)，係利用三角模糊數代入比較矩陣的方法，解決不精確性的問題，在模糊層級分析法中，模糊尺度被用來表示因子間相關性的強度，並由此建立模糊判斷矩陣，而選擇方案的最終分數取決於一系列的模糊數字，藉由排序這些數字可以從中找出理想的方案。裴文、李繼法(2004)運用分析層級分析法，藉由訪談問卷方式，為軍事採購制度，作出最佳方案選擇。

雖然顧客的需求受到了重視，決策者必須決定顧客需求與產品特徵轉換的設計方案，Pugh (1991) 的概念選擇方案是將構想符合消費者需求程度，以因素權重計算方案的積分，比較各方案積分以求得最佳設計方案。利用演算法來評價產品及選購產品。Ayag (2005)、Vanegas and Labib (2005)、Wang (1997、2001、2002)、Zhang , Wei and Wang (2003)等學者認為設計者對於利用模糊技術，如何獲得適當權重之評估及選擇方案也提出其相關建議。

在近期產品設計與本文相關研究中，學者則以結合各種不同的理論來評價產品或者選購產品決策，整理如表 2.1：

表 2.1 產品設計相關學者研究

序號	學者	年代	理論	內容
1	Kulak	2005	模糊理論、資訊公理	多屬性決策模式
2	Kulak Durmusoglu & Tufekci	2005	資訊公理	增進績效的產品設計評估準則
3	Kulak & Kahraman	2005a	模糊理論、資訊公理、層級分析法	多屬性決策模式
4	Kulak & Kahraman	2005b	模糊理論、資訊公理	多屬性決策模式
5	Diyar & Kulak	2007	灰色理論、資訊公理	產品設計評估及選擇
6	Durmusoglu, & Kulak	2008	資訊公理	辦公室單人空間設計模式
7	Hsiao & Tsai	2005	基因演算法、模糊類神經網路	電腦輔助產品設計
8	Tsai & Hsiao	2004	AHP、模糊理論	顧客對多功能產品評估及選擇
9	Tsai, Hsiao & Hung	2006	模糊類神經網路、灰色理論	產品形狀、顏色的評估模式
10	Tsai & Chou	2007	基因演算法、灰色理論	顧客對產品顏色評估與選擇
11	Hsiao & Huang	2002	電腦輔助設計、類神經網路	產品外形評估模式
12	Sun, Kalenchuk, , Xue & Gu	2000	模糊類神經網路、模糊理論	產品概念設計案作評價決策

資料來源：本研究整理

其中序號 1-6 學者分別利用模糊資訊公理及模糊理論、灰色理論、AHP 等概念來探討多屬性產品設計來支援決策系統。序號 7-10 學者利用基因演算法、層級分析法、灰色理論及模糊理論等來探討顧客對多功能產品評估與選擇，並利用電腦輔助設計。序號 11 學者則嘗試以電腦輔助設計及類神經網路，協助產品外形設計諮詢決策。序號 12 學者則試圖以類神經網路結合模糊理論，針對產品概念設計案作評價決策。

針對上述學者的設計理論，利用模糊資訊公理設計原則，來計算最適合消費者需求的產品，是一個簡單而有效的設計方法，只須將消費者需求語意表達使用模糊理論來量化即可，因此針對已經組合完成在市場上銷售的模組化產品很容易使用此設計原則，來搜尋最合適消費者需求的產品。但是若是產品之特徵功能元件，在產品銷售時是尚未組合完成的客製化模組產品，則可以使用不同理論來計算，求得消費者所要的最佳的產品功能特徵組合；本文使用層級分析法來得到顧客需求等級重要度，以倒傳遞類神經網路來求得特徵功能的重要度及以灰關聯分析來求得最佳模組產品特徵功能組合。

產品設計，必須考量許多關鍵因素，針對上述學者的研究及理論，設計客製化模組產品必須要考量以下幾個關鍵項目：

- 1.顧客需求
- 2.模組產品功能特徵
- 3.資料庫或樣式庫
- 4.評價及決策理論
- 5.最佳產品搜尋

如何連結上述 5 項關鍵的因素，將會對此產品設計結果有很大影響，而產品設計者針對顧客需求及產品功能模組的設定，必須要多方面的考量，客

製化模組產品的資料庫或樣式庫也必須以可以銷售給顧客的產品為範圍，最後選擇評價及決策理論來達成設計者的目標。從消費者需求開始，到消費者最佳產品搜尋結果產生，企業及產品設計者還有很多空間。

第三章 研究方法與設計

建構產品設計模式時，需要建立模式架構及演算程序，其中必須使用一些理論，以下將介紹在模式設計架構、演算程序及使用的理論及背景，說明如下：

3.1 模組產品設計架構

針對模組產品設計關鍵項目，本文提出研究架構圖，如圖 3.1

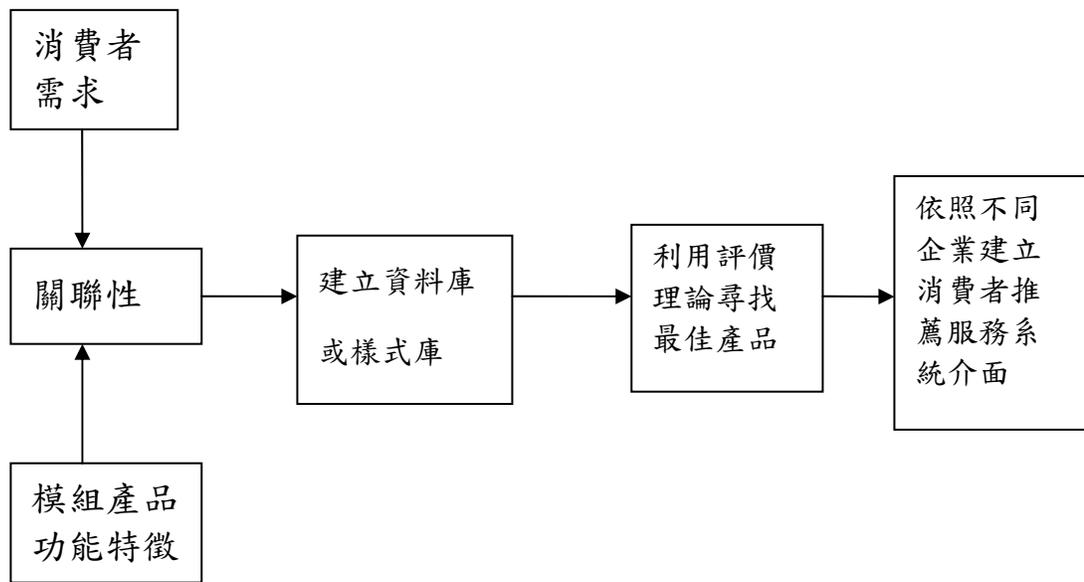


圖 3.1 本研究架構圖

模組產品設計從建立消費者需求開始，各模組元件之功能模組也在專家操作下獲得確認，專家學者開始評價上述兩者間的關聯性，在模組產品邏輯設計中選擇理論評價模式，根據這模式在資料庫或樣式庫中搜尋最合適消費

者的產品；模式採取通用性的設計，各企業可根據模式建立消費者推薦服務系統平台，作為分析消費者選購行為、網路購物及其他有利用於市場競爭之各項措施。

3.2 模組產品設計流程

根據本文研究架構圖及參考表 2.1 產品設計相關學者研究內容，本文建立兩種模組產品設計模式，

產品設計模式一：建立顧客需求、產品功能特徵，並以模糊理論、公理設計中資訊公理，來完成產品評價及選擇最佳產品。

產品設計模式二：建立顧客需求、產品功能特徵，並以模糊理論、層級分析法、倒傳遞類神經網路及灰關聯分析來完成產品評價及及選擇最佳產品。

3.3 產品設計模式一

以模糊資訊公理理論，來完成產品評價及選擇。根據研究架構圖，本模式分成以下 5 項流程：

1. 建立消費者需求與產品功能特徵。
2. 建立顧客需求選項與產品特徵之關聯評價法則。
3. 建立由專家評價之產品功能特徵模糊化資料庫。
4. 以模糊資訊公理理論完成模組產品評價。
5. 搜尋最佳模組產品。

在消費者需求方面，一般學者以聯合分析法或問卷調查法等來了解顧客需求，產品功能特徵也常由產品設計者或資深市場銷售員來選定；消費者費

者需求與產品功能特徵之對應關係一般常用專家問卷調查法或專家學者之研究分析；演算理論以模糊理論、灰色理論或模糊資訊公理等方法來探討消費者需求及選擇，作業平台一般假設產品比較為主。鑒於上述之研究，本文對於一般產品推薦服務系統採用之演算流程及方法如表 3.1。

表 3.1 產品設計模式一：研究方法及採用原因

項次	內容	一般研究採用方法	本文採用方法	原因
1	建立消費者需求與產品功能特徵	1 聯合分析法 2 問卷調查法 3 市場銷售員 4. 產品設計者	1 資深銷售人員 2 產品企劃 3 產品研發 4 該產品專家問卷	產品設計階段以專業及實際面對顧客之銷售人員及專家為主
2	建立顧客需求選項與產品特徵之關聯評價法則	1. 問卷調查法 2. 專家學者之研究分析	1. 專家問卷調查 2. 模糊理論 3. 田口法	專家考量消費者對產品品質期望
3	建立由專家評價之產品功能特徵模糊化資料庫		1. 產品之研發企劃銷售等專家對產品之評價 2. 模糊理論	產品資料庫建立
4	以模糊資訊公理理論完成模組產品評價	1. 模糊理論、 2. 灰色理論 3. 資訊公理 4. 層級分析法	1. 模糊理論 2. 資訊公理	簡單
5	搜尋最佳模組產品	假設產品比較	搜尋資料庫產品	資料庫建立後可提供更多選擇

資料來源：本研究整理

因此，本文在產品設計時考量專業操作，所以請資深銷售業務人員負責顧客需求擬定，專家、產品企劃及產品研發則針對產品功能特徵之設定，在消費者需求與產品功能特徵之模糊對應關係中加入田口法的概念，考量消費者對品質期望的要求；並建立由專家評價之產品功能特徵模糊化資料庫使產品選擇多樣性，以模糊資訊公理理論完成模組產品評價及商品選定，提供多樣性的選擇。

3.3.1 模糊理論

模糊理論係專門用來處理具不精確性及模糊性問題的決策工具，本文正好可用來解決傳統理論顧客語意不精確性或模糊性的問題。模糊集合理論是由 Zadeh (1965)教授首先提出模糊集合概念，Bellman and Zadeh (1970)正式將模糊數學融入決策理論，提供決策問題的解決方案，其後許多學者紛紛投入於將模糊理論應用在各領域決策問題之研究。

1. 模糊數之定義

根據以往學者 Dubois and Prade (1980)指出正規化且為凸集合，並具有區段性連續的隸屬函數的模糊集合，稱為模糊數，亦即模糊數需滿足下列條件：

模糊數 \tilde{A} 為一模糊集，其隸屬函數為 $\mu_{\tilde{A}}(x): R \rightarrow [0, 1]$

(1) $\mu_{\tilde{A}}(x)$ 為區段連續

(2) $\mu_{\tilde{A}}(x)$ 為一凸模糊集合

(3) $\mu_{\tilde{A}}(x)$ 為正規化模糊子集，即存在一實數 m ，使得 $\mu_{\tilde{A}}(m) = 1$ 。

模糊數有不同類型，Chen (1985a, 1985b)認為三角模糊數為模糊數中應用最為普遍的一種，因此許多研究皆以三角模糊數的隸屬函數對於區間模糊

評價。

2.三角模糊函數

三角模糊函數 (Triangular Fuzzy Numbers ; TFN)，在評價時，最令人困擾的地方，在於被評價標的可能是介於兩評價等級之間，例如介於等級 5 與等級 6 中間，而最後卻要求評價者將此一模糊之評價歸於某一等級範圍中，如此有損評價的真實性。為了改善此結果，本文利用三角模糊數的概念來評價。然而若直接要求評價者以三角模糊數加以評價，經常要面臨(1)評價者往往不瞭解模糊數的意義，必須專人解說，增加評選的時間且耗費人力；(2)評價者習慣以明確數值表示，因此很難給定模糊數，增加評選的複雜性及困難性。因此如以較簡便而又不失真確性的方法，來建立三角模糊數，亦即在評比尺度分成 5 階或 7 階，評量尺度以非常滿意到非常不滿意，讓評價者針對產品的喜好，給定一個評價，評價者給定喜好，來表示其評價，最後再轉換成三角模糊數區間，作為演算過程基礎。

三角模糊函數為梯形模糊數的一個特例，以函數 $\tilde{t} = (t_1, t_2, t_3)$ 來表示其歸屬值的分佈圖形其中 $t_1 < t_2 < t_3$ ，如圖 3.2 所示，實數 t_1 、 t_2 與 t_3 代表圖形中三角形三個頂點的 x 軸映射值。

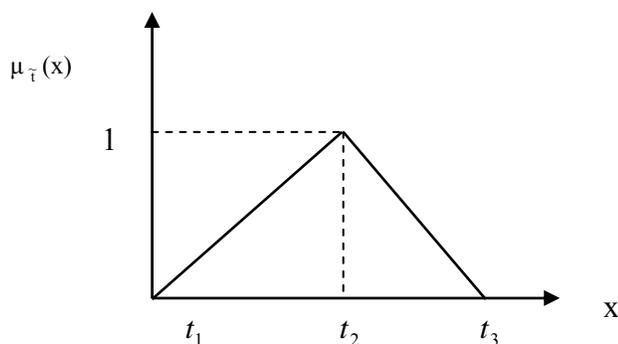


圖 3.2 三角模糊函數之隸屬函數

因此，三角模糊函數可表示為：

$$\mu_{\tilde{\tau}}(x) = \begin{cases} 0, & \text{當 } x < t_1 \text{ 時} \\ \frac{x-t_1}{t_2-t_1}, & \text{當 } x \in [t_1, t_2) \text{ 時} \\ \frac{x-t_3}{t_2-t_3}, & \text{當 } x \in [t_2, t_3) \text{ 時} \\ 0, & \text{當 } x \geq t_3 \end{cases} \dots\dots\dots(3.1)$$

3.3.2 模糊資訊性公理

公理設計的第二個理論為資訊公理，內容指出在所有滿足獨立性公理的設計中，資訊量(Information Content)，簡稱 I，

I 最小者為最佳之設計，若以模糊理論來表示則稱為模糊資訊性公理 (Fuzzy Information Axiom)，簡稱(FIA)。

圖中針對某 j 項產品設計需求呈現不確定程度之資訊量(I_j) 之定義如下：

$$I_j = \log_2(1/p_j) \dots\dots\dots(3.2)$$

其中 p_j 為針對第 j 項設計特徵功能需求，共同區域佔系統區域面積的比例，也就是系統區域可符合設計需求的比率。

利用三角模糊函數可得公式 3.3：

$$p_j = \text{共同區域} / \text{系統區域} \dots\dots\dots(3.3)$$

在設計人員設定的「設計範圍」和系統能力範圍「系統範圍」之間的交疊是可接受的共同存在的區域，共同區域愈大，代表成功的機會越高。

現假設某產品有 m 個設計特徵功能需求，則加總所有設計需求之不確定程度資訊量為總資訊量(I_{total})表示如公式 3.4：

$$I_{total} = \sum_{j=1}^m I_j \dots\dots\dots(3.4)$$

其中 j 為第 j 項設計特徵功能需求，總資訊量最小者為最佳設計。

3.4 產品設計模式二

以模糊理論、層級分析法、倒傳遞類神經網路及灰關聯分析來完成產品評價及選擇，也分成以下5項流程：

1. 建立模組產品功能型別及消費者需求擬訂。
2. 建立產品之顧客需求與功能模組之關聯性模糊評價。
3. 建立產品功能元件資料庫。
4. 以模糊理論、層級分析法、倒傳遞類神經網路及灰關聯分析來完成產品評價。
5. 搜尋最佳模組產品。

在建立模組產品功能型別及消費者需求擬定方面，有些學者以聯合分析法或問卷調查法等來了解顧客需求；建立產品顧客需求與功能模組之關聯性模糊評判則由產品專家來設計；建立顧客需求重要度排序，則由層級分析法來處理；建立各功能模組需求之評價及最佳化模組選配之評估法則以模糊理論、灰色理論模、層級分析法或裝配性評價法等方法來探討。鑒於上述之研究，本文對於產品設計模式二研究方法及採用原因如表 3.2。

而產品設計模式二部分。整合產品專業及行銷人員的意見，建立模組產品功能型別及消費者需求，並且架構顧客需求與產品功能模組間的關聯性，以層級分析法分析顧客對產品各項需求的程度差異，並將其模糊化為三角模糊數再利用倒傳遞類神經網路非線性映射轉換的功能，以專家的模糊關聯資

料為學習樣本，訓練類神經網路模糊轉換各項需求為各種功能模組的歸屬度。將整合後各關聯模組的歸屬值，以灰關聯分析在可能的配對條件下，尋求最佳化的產品功能模組選用建議。

表 3.2 產品設計模式二：研究方法及採用原因

項次	內容	一般研究採用方法	本文採用方法	原因
1	建立模組產品功能型別及消費者需求擬訂。	1 產品設計者 2. 問卷調查法 3. 資深產品銷售員 4. 聯合分析法	資深產品銷售人員	產品設計階段以資深銷售人員建立模組功能型別及消費者需求。
2	建立產品顧客需求與功能模組之關聯性模糊評價	1 產品設計者 2 資深產品銷售員	資深產品銷售人員	專業性考量
3	建立產品功能元件資料庫		1. 模糊函數 2. 專家評價	以市場可銷售之產品模組為範圍。
4	以模糊理論、層級分析法、倒傳遞類神經網路及灰關聯分析來完成產品評價。	1 模糊層級分析法 2 灰關聯分析 3 資訊及通訊技術 4 裝配性評價法	1. 模糊理論 2. 層級分析法 3 類神經網路 4. 灰關聯分析	顧客需求重要度擬定即模組需求之評價，灰關聯分析在最佳化模組選配
5	搜尋最佳模組產品	假設產品比較	功能元件搜尋	選擇顧客所需功能元件

資料來源：本研究整理

3.4.1 層級分析法

層級分析法 (Analytic Hierarchy Process)，以美國匹茲堡大學教授 Satty 於 1971 年所發展出來之一種決策方法被廣為使用，Satty(1980)認為層級分析法能將複雜的多重準則決策問題細分，並加以評估，且其操作容易、理論簡單，同時又具實用性，因此逐漸將此一程序法整理；AHP 分析層級程序法的步驟如下：

1. 陳述及定義問題：

描述相關問題，並將問題評估所需考慮之要素逐一列出。

2. 建構層級：

建立層級的方法乃由最高層級開始，而後相繼為次目標層級、判斷標準層級等，一直到最低層級的各行動方案。層級的結構需經反覆不斷修正、參考相關文獻或專家意見等，才可將層級結構由高而低建立起來。

3. 進行偶比對評估：

因素的成對比較，是某一層級下的各因素，以其上一級為評估準則，進行各因素間的成對比較。其比較值採名目尺度形式表示，並可劃分為同等重要、稍重要、頗重要、極重要及絕對重要，以此並與相鄰者區分 9 個尺度，以取得一致性的評估優點；若有相異優點存在，而轉化為比對矩陣時，則採幾何平均數綜合之。

4. 建立比對矩陣：

當有 N 個因素存在時，則兩兩因素間需要比較 $N(N-1)/2$ 次才能完成；將比對成果轉化為相對比較矩陣，以此計算其比重，比較矩陣如下所示：

$$A = \begin{matrix} & \begin{matrix} N_1 & N_2 & \cdots & N_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} N_1 \\ N_2 \\ \vdots \\ N_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \end{matrix} \dots\dots\dots (3.5)$$

5. 求解優先向量及最大特徵值：

係將每行相加獲得總數，再以每個數除以該行總數，以產生新矩陣後，再將每列相加，以獲得向量，此向量再除以原向量行數，即可獲得優先向量。而最大特徵值 λ_{\max} 係以比較矩陣乘以優先向量，得到一個新的向量，這個新的向量第一個數除以優先向量的第一個數，第二個數除以優先向量的第二個數，以此類推並將結果加起來，再除以因數的個數 n ，就得到 λ_{\max} ， λ_{\max} 愈接近 n ，就愈具有一致性。

6. 求取一致性指標：

當成對的比較矩陣為正倒值矩陣時，要求成對比較時能達到一致性的狀況是很不容易的。若前後不一致情形太嚴重，則研究結果將會與實際情形相差甚大，導致錯誤決策。所以必須利用一致性檢定求得一致性指標（Consistence Index, C.I.）來過濾這些資料，以確保計算結果真實反應情況。其一致性指標的計算方式如下所示：

$$C.I. = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) \dots\dots\dots (3.6)$$

一致性指標為判斷一致性高低的評量標準，再經查表，即可求得對應 n 的 R.I. 值（Random Index，隨機指標），並由下列公式計算得 C.R. 值（Consistence Ratio，一致性比率）。

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} \dots\dots\dots(3.7)$$

若 $C.R. \leq 0.1$ ，則是接受的一致性。否則先保留，待層級一致性不能接受時，此矩陣要考慮重新比較，回到步驟 2 重新建立層級結構。

7. 計算層級一致性：

由於層級結構中，各個層級間的重要性等級都不一樣，所以必須測試整個層級結構是否具有有一致性。一個層級的一致性指標，是每個矩陣的一致性指標乘以它的準則（第二層）的優先向量，然後加起來（含上層 C.I.），稱為層級一致性指標（C.I.H.）。將上列每矩陣對應的隨機指標乘以它的準則的優先比率，然後加起來，稱為層級隨機指標（R.I.H.）。

若 $C.R.H. = \frac{C.I.H.}{R.I.H.} \leq 0.1$ ，則表示整個層級的一致性程度令人滿意。

8. 計算方案優先值：

將各層級對應上一層不同準則的優先向量，合併成優先矩陣，再由每一層級的優先矩陣相乘，得到一個綜合優先向量，也就是最下層級各方案對於最高層級焦點的優先值。

Kwong and Bai (2002) 在研究中提出層級分析法可分為以下四個步驟來進行：

1. 定義問題與建立層級架構
2. 建立模糊判斷矩陣並定義權重
3. 計算權重，建構模糊選擇項的分數圖表
4. 排序模糊分數，決定最理想之選擇項

層級分析法具同時處理質化與量化屬性的優點，且其評估尺度是將人類對事物認知的強弱程度，劃分9尺度加以衡量，雖然1~9尺度衡量方式具有簡單之優點，但它不能完全涵蓋人類對事物認知的主觀性及模糊、不確定因素。例如當問題比較複雜、敏感、訊息不完全，決策方案不足以全面反應決策環境，或專家對方案的了解不夠全面、確定，此時人的判斷具有多種可能，無法指出一個確定的數值表示兩兩比較中重要程度的判斷，僅能以語言描述，此時引用模糊層級分析法(FAHP)可將模糊語言表達轉換成模糊尺度資料，較符合現實環境中語意判斷具模糊性之性質。

本文利用「層級分析法」中的因素的成對比較，建立顧客需求之等級評比。每位顧客可依本身的需求程度，以 1-9 的比率尺度(表 3.3)，成對評估比較各項需求的重要程度。若基本需求共有 n 項，經由顧客比較後，可形成一個 n 階的對應方陣 $A_{n \times n}$ (公式 3.5)

表 3.3 顧客基本需求比較等級

a_{ij}	第 i 個需求與第 j 個需求的比較等級
1	第 i 個需求與第 j 個需求同等重要
3	第 i 個需求比第 j 個需求稍重要
5	第 i 個需求比第 j 個需求重要
7	第 i 個需求比第 j 個需求極重要
9	第 i 個需求比第 j 個需求絕對重要
2,4,6,8	相鄰尺度之中間值

為求成對比較時能達到前後一貫性，因此必須進行一致性檢定。運用一

致性比率(CR ; Consistency Ratio)檢查成對比較矩陣是否為一致性矩陣。若 $CR \leq 0.1$ ，代表該成對比較矩陣之一致性良好。

因此，可依下列公式求得矩陣 A 之特徵向量(Eigenvector) w

$$(A - \lambda I) * w = 0 \dots\dots\dots (3.8)$$

其中， I 為一個 $n \times n$ 階的單位矩陣， λ 為矩陣 A 的特徵值 (Eigenvalue)。在矩陣 A 之所有特徵值中，取最大特徵值 λ_{\max} 所對應的特徵向量，即代表顧客需求的重要程度。

3.4.2 倒傳遞類神經網路

1.類神經網路

Peng and Kirk(1999)、Freeman and Skapura (1991)等學者認為類神經網路 (Neural Networks) 是模仿生物的神經系統及學習認知行為所發展出來的模型。由許多簡單且相互連結的處理元件 (Processing Elements) 所組成，資料則在這些彼此連結的網路上進行平行的處理，而表達出知識的特性。

類神經網路得組成可分為三個部分，包括最小單位的人工神經元、由許多人工神經元所組成的「層」(Layer)及由許多層組成的「網路」(Network)。

1.人工神經元

人工神經元是類神經網路所組成的最小單位。

2.層

由許多的人工神經元所組成，可區分為一個輸入層、一個輸出層及若干個隱藏層。

(1)輸入層：處理網路的輸入資料（一般為0~1或-1~+1間的數值），輸入層的人工神經元數目依據輸入的屬性數目而定。

(2)隱藏層：處理輸入層輸入的資料，依據問題複雜的程度及輸入屬性的多寡可能有多個隱藏層，依過去學者實驗顯示一般1至2個隱藏層即能有效處理輸入資料達到很好的收斂。

(3)輸出層：用以表現網路的輸出結果（一般為0~1或-1~+1間的數值），人工神經元的數目依輸出的結果屬性數量而定。

3.網路

由若干的層所組成，包括一個輸入層、一個輸出層及若干個隱藏層。根據人工神經元連接的方式，網路架構可分為前向式架構（Forward）和回饋式架構（Feedback）兩種。前向式架構人工神經元分層排列，形成一個輸入層、若干隱藏層及一個輸出層，每一層只接受前一層的輸出資料作輸入。而回饋式架構中輸出層的輸出資料會回饋到輸入層或前面的隱藏層，各人工神經元可能會相互連結。多層類神經網路（Multi-Layer Neural Network）有一個輸入層、一個輸出層及可能多個隱藏層，其隱藏層數目可以為一層或多層，而每一層神經元數量以試誤法找出最佳數量。

類神經網路的運作過程可分為兩個階段：

1.學習階段（Learning）：學習過程中網路輸入訓練資料（Training Data）（通常隨機取20%~50%的資料），讓網路計算出相對應的輸出值，並且將輸出值與訓練資料的目標輸出值作比較。兩者之間的差異值再回饋到網路中，調整類神經網路的連結加權值。經由重複不斷地（一般會設定最大重複

次數)學習之後，類神經網路會漸漸修正連結加權值而使得輸出值越來越接近目標輸出值。當目標輸出值和輸出值接近到某一範圍內或達到最大重複次數時，則類神經網路停止學習。在學習階段中同時隨機取 20%的訓練資料做為測試資料 (Testing Data)，以評估訓練學習效果及學習過程中是否產生過度訓練 (Over Training) 的情況。

2.回想階段 (Recalling)：經過學習過程後，將完整資料輸入至類神經網路，網路就會根據學習的結果計算出這些樣本的輸出值，將這些輸出值與目標輸出值做比較，評估類神經網路的學習效果。

2. 倒傳遞類神經

倒傳遞類神經網路 (Back-Propagation Neural) 簡稱 BPN，是屬於前面提到的前向式架構以及監督式學習、前向式架構類神經網路，是一種具有學習能力的多層級網路。如圖 3.3

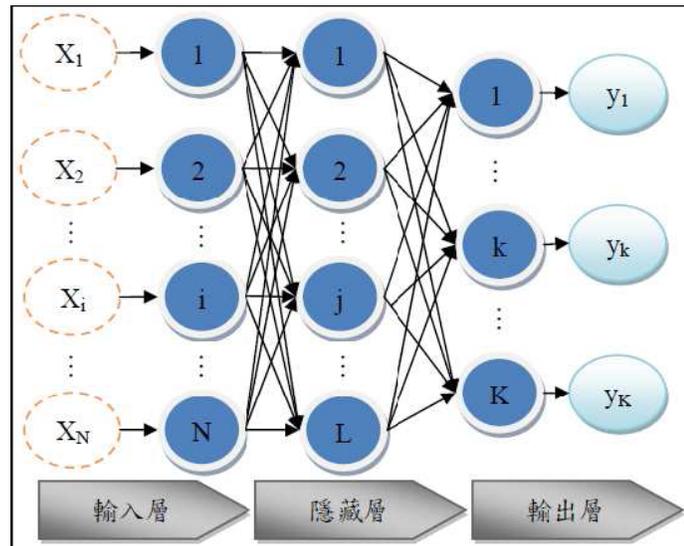


圖 3.3 倒傳遞類神經網路架構

參考來源：張斐章(2005)

其中除包含了一層的輸入層及一層的輸出層外，兩層中間可有一層或一層以上的隱藏層，以利類神經網路模式與真實模式較近似。BPN 的隱藏層適合用來描述輸入、輸出為線性關係的系統。一般而言，對大部分的應用，一個隱藏層均已足夠，過多的隱藏層則會增加其系統的複雜性，並易造成更多局部極小值的問題，並易造成低收斂速度與更大的誤差。因此，一個隱藏層的 BPN 已足夠描述複雜非線性行為，也有較快的收斂速度，也是本文採用之方式。

在神經網路中，權重(Weight) 的改變稱為學習，而調整權重的方法，就是學習規則 (Learning)。倒傳遞類神經網路是一種監督式學習的神經網路，網路的訓練方式包含兩個階段：前饋階段與倒傳遞階段。在前饋階段時，輸入向量由輸入層引入，以前饋方式經由隱藏層傳導至輸出層，並計算出網路輸出值，此時，網路的鍵結值都是固定的；而在倒傳遞階段時，網路的鍵結值則根據錯誤更正法則來進行修正，藉由鍵結值的修正，以使網路的輸出值趨向於期望輸出值，更明確的說，以期望（正確）輸出值減去網路輸出值以得到誤差信號，然後將此誤差信號倒傳遞回網路中。

葉怡成(2004)說明倒傳遞式類神經網路用於分析與預測方面有不錯的結果，隱藏層的存在是他主要特點之一，基本上整個運作模式可分為三個階段：

1.輸入訓練樣式往前傳遞階段 (Feedforward of Input training)：

由於倒傳遞類神經網路屬於監督式學習演算法，需藉由輸入之訓練樣式學習因變數與自變數的內在映對規則；每次一筆訓練範例輸入，直到所有訓練範例皆輸入，稱為一個循環。

2.誤差倒傳遞階段 (Backpropagation of Associated Error)：

誤差指的是目標輸出值（真正值）與推論值之間的差距，一般以誤差函數來表示學習品質；監督式學習目的之一就是使得誤差函數極小化，倒傳遞式類神經網路利用最陡降法來達成此一目標。

3. 權重調整階段（Adjustment of Weight）：

誤差計算出來以後倒傳遞給前面各層（輸出層→隱藏層、隱藏層→輸入層），各層之間的連結根據誤差來調整權重。

就倒傳遞式網路而言，有三項重要參數的設定：隱藏層處理單元數目、隱藏層層數以及學習速率，但是這此參數並無一明確的設定值，僅能針對問題的複雜度或是雜訊高低程度當予一個概略的引導方向，往往需透過試誤法或是其他的資料採擷方法，例如基因演算法找出最佳的值，將參數擬定準則摘要如下：

(1) 隱藏層處理單元數目之選定：

常理而言，處理單數目越多，類神經網路結果越精確，誤差值越小，無此缺點是收斂速度慢，系統資源可能耗費在沒有價值的虛工上面；但若太少則不足以收斂，誤差值較大，權衡兩者，以取適當之數目為宜。

(2) 隱藏層層數的選定：

根據經驗，一般問題是用一層隱藏層，較複雜的問題採用兩層隱藏層，原因是隱藏層若是少的時候，無法表示變數間的交互作用，多則可能導致誤差函數陷入局部極小值而無法收斂；另外，沒有隱藏層的倒傳遞式類神經網路作用相似於多變量分析當中的區別分析或是線性分析，總而言之，問題複雜度越高層數越多，只是同時應考慮結果的收斂問題。

(3) 學習速率：

學習速率越高越容易快速逼近實際值，因為學習速率為網路的修正加權

向量，但過高的學習速率也會產生修正過量的問題發生；若是太小則會有時間上的考量，依照經驗約會取 0.1 到 1.0 之間的值，大都會有良好的收斂性。

目前的倒傳遞類神經網路的學習法則，為一種最陡坡降法(Steepest Descent)，將誤差函數予以最小化推導出誤差法則(Delta rule)。其構想是透過連續性修正值來降低實際輸出與期望輸出的差距。以數學的觀點來看，神經鍵值的修正情況，與錯誤發生值的一次微分成正比，可以證明在網路學習時會漸漸收斂到一個穩定狀態，相當於平面上一曲線的最小值。雖可分析工程類及意象之量化問題，但現並非所有類神經網路均可解決所有問題，因有些問題特性易使類神經的學習產生網路收斂到區域極小值範圍的問題，因此往往只能求得局部最佳解(Local Optimal)，而不能保證搜尋到全域最佳解(Global Optimal)。

3.4.3 灰色系統理論

大陸學者華中理工大學教授鄧聚龍於 1982 年提出了灰色理論（鄧聚龍，1989），二十多年來經過國內外廣大灰色系統研究及應用學者的不懈耕耘和開拓，使得灰色系統理論成功地應用於許多領域之中，包括：環境工程、農業、交通、氣象、工程、運輸、經濟、醫療、教育、地質、管理、體育等方面。

鄧聚龍教授(1996)提出灰色預測觀念，主要是在研究系統模型之內部信息不充分、不完整的情況下，可以用來作系統的關聯分析(Relational Analysis)及模型建構(Model Construction)，並藉著預測(Prediction)及決策(Decision)的方法來探討及了解系統。灰色理論的應用範圍極廣，主要能對事物的“不確

定性”、“多變量輸入”、“離散的數據”及“數據的不完整性”做有效的處理。

1.基本定義

灰色系統理是以「灰」的概念來描述現實環境中信息的特徵，所謂的「灰」是指黑與白的中間部分，在任何的灰事件當中，均可由「灰的程度」來表示信息的完整性，對於信息完整的系統而言是以白色表示，對於信息完全未知的系統是以黑色表示，而信息不充分、不完整時，系統則以灰色概括表示。所謂信息不完整，是指：(1)系統因素不完全明確、(2)因素關係不完全清楚、(3)系統結構不完全知道、(4)系統的作用原理不完全明白。

在灰色系統控制論中，色彩的灰階是對系統認知程度的指標。黑色表示對系統內部結構、參數與特徵等一無所知；而白色表示所知信息完整，對系統完全確知；而介於白與黑之間的「灰」，乃只部分信息已知，部分信息未知的系統。該理論主要針對系統不明確性，資訊不完整的情況，進行和系統有關的關聯分析、模型建構，以協助系統作進一部的預測與決策。

2.灰關聯分析

灰關聯分析(Grey Relational Analysis) 在灰色理論中，是一種分析離散序列資料間關係程度的測度方法。即對灰色系統因素之間的發展動態進行定量比較分析，它是一種根據因素與因素之間發展趨勢的相似或相異程度來衡量因素間關聯程度的方法，把系統有關因素間的各種關係，一一呈現出來，當做系統決策、預測控制提供有用信息和比較可靠的依據。灰關聯度表示兩序列間之相關程度，若灰關聯度越接近 1，則表示其相關程度越高。若將 n 個比序列對同一參考序列的灰關聯度依其大小順序予以排序，則可組成一有排列關係的灰關聯序，依照灰關聯序的大小，可以清楚地看出滿意程度(鄧聚

龍，2003)。

本文利用灰色理論中的灰關聯分析，分析系統中主要因子與其他因子間的關聯程度，透過灰關聯度的計算，求得兩序列間的關聯性。

假設有一已知目標(參考)序列 $X_1 = (x_1(1), x_1(2), \dots, x_1(n))$ ，欲計算與另一比較序列群 $X_j = (x_j(1), x_j(2), \dots, x_j(n))$ 間個別的灰關聯度 $\gamma(X_1, X_j)$ ，可依下列公式計算(公式已有簡化)：

$$\gamma(X_1, X_j) = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^{n-1} \left(\frac{\min_j \min_k \Delta_{1j} + \rho \max_j \max_k \Delta_{1j}}{|x_1(k) - x_j(k)| + \rho \max_j \max_k \Delta_{1j}} \right) \dots \dots \dots (3.9)$$

其中， j 為序列， ρ 為分辨係數，一般取其值 0.5； $\Delta_{1j} = |x_1(k) - x_j(k)|$ 。

第四章 客製化模組產品模式建構

在模組產品的研究設計之流程中，本文將其分成兩種使用不同理論的模式，

1. 產品設計模式一：運用模糊資訊公理建構之模式。

2. 產品設計模式二：運用模糊理論、層級分析法、類神經網路及灰色理論建構之模式。茲分別敘述如下：

4.1 運用模糊資訊公理建構之模式

本模式以模糊資訊公理理論作為評價準則，評價時考量田口法概念，進行模組產品設計，其研究方法及設計過程說明如下：

1. 建立消費者需求與產品功能特徵

由於顧客對於產品的功能特徵需求均不相同，所以雖然有許多功能特徵需求被消費者提出，其實有些不同的功能特徵需求是可以被歸在相同類別，只是顧客說法不同而已；因此，要瞭解顧客需求，除可由在消費者市場調查獲得相關資訊外，亦可由資深銷售業務人員依據許多顧客在購買產品時對其功能的要求項目，加以彙整後，再擬定顧客之基本需求(Customer Needs)項次。

顧客需求項次以 $CN_j, j=1, \dots, n$ ；其中 j 代表不同顧客需求項次，共有 n 項需求。

目標產品的功能特徵，可由產品專家、產品研發人員、產品企劃人員及產品顧問人員共同篩選後，建立產品功能特徵(Product Feature)項次產品功能特徵項次以 $PF_i, i=1, \dots, m$ ；其中 i 代表產品不同特徵功能項次，共有 m 項

需求。

2. 建立顧客需求選項與產品特徵之關聯評價法則

運用三角模糊數(圖 3-1)及田口法概念，在顧客需求與產品功能特徵上建立模糊評價關係。

(1) 建立需求等級三角模糊函數

對一個設計者而言，顧客需求與產品功能特徵需求常無法使用明確語言來表達，所以利用模糊函數來分別顧客需求及產品功能特徵需求，本文使用「非常低 / 不重要」、「低/不重要」、「中等 低/不重要」、「中等」、「中等 高/重要」、「高/重要」及「非常 高/ 重要」七階模糊語言來表示其喜好程度，並使用三角模糊函數予以量化。表 4.1、圖 4.1 則分別表示七個語彙需求等級的三角模糊函數與圖形。

表 4.1 七階需求等級三角模糊函數

序號	語彙別(中文)	語彙別(英文)	表示	三角模糊數
A	非常低 / 不重要	Very low /unimportant	VL	(0,0,1)
B	低/不重要	Low/unimportant	L	(0,1,3)
C	中等低/不重要	Medium low/unimportant	ML	(1,3,5)
D	中等	Medium	M	(3,5,7)
E	中等高/重要	Medium high/important	MH	(5,7,9)
F	高/重要	High/important	H	(7,9,10)
G	非常 高/ 重要	Very high/ important	VH	(9,10,10)

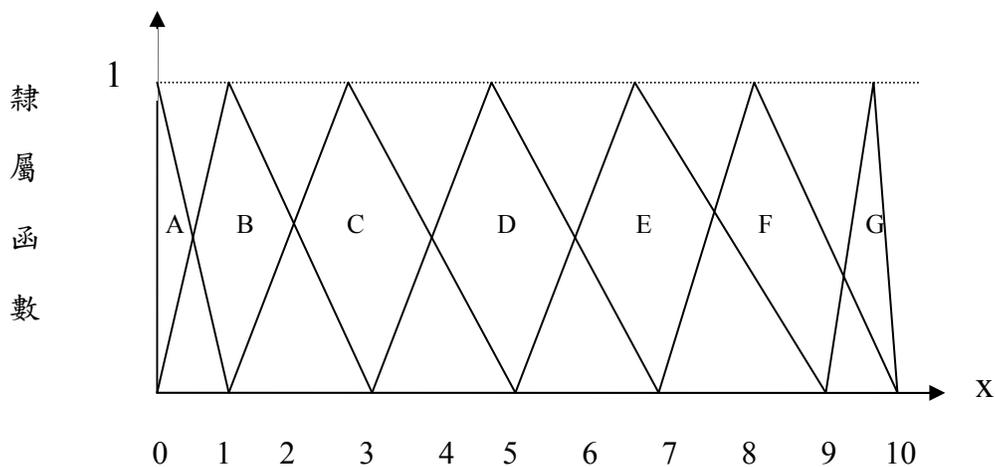


圖 4.1 七階需求等級三角模糊函數之隸屬函數圖

(2)顧客需求選項與各項產品功能特徵項次間的關聯性模糊評價。

從資深銷售人員得到獨立的顧客功能需求及由產品研發人員等專家得到產品功能特徵後，最後委請專家依七階需求等級三角模糊函數以顧客功能需求對產品功能特徵的重要性做關聯性評比，並加入田口法概念，例如 CN_1 對 PF_1 的重要性，由專家評比為非常重要等級；以此類推，最後整理成顧客需求及產品功能特徵模糊評價關聯表格。

(3)建立模糊語彙評判原則

(a)當計算產品功能特徵資訊量後，對於整個產品的評價，必須考量產品功能特徵的需求等級；依據學者 Tsai and Hsiao (2004)建立的模糊語彙評判原則，本文發展規則如下，重要程度語彙七階與關聯程度語彙七階，依據模糊邏輯「IF...,THEN...」的架構，針對產品的功能需求等級(非常高、高、中等高、中等、中等低、低、非常低)作評判。由 7 項「重要程度語彙」與 7 項「關聯程度語彙」交互配對，共可形成 49 個模糊推論法則。

(b)若顧客的第 i 項需求之等級為「非常高」，且第 j 項顧客需求與產品功能特徵可滿足第 i 項需求的關聯程度為「非常高」，則該功能特徵樣式以「非常高」來回應其關聯需求。上述依模糊邏輯可簡化如下：

IF 「顧客需求重要程度-非常高」 and 「關聯程度重要程度-非常高」，
THEN 「功能特徵需求-非常高」。此 49 項模糊邏輯關聯程度表如表 4.2 所示。

表 4.2 顧客需求重要程度與需求與功能特徵關係程度評判結果表

顧客需求 重要程度	顧客需求與產品功能特徵關係程度						
	非常高	高	中等高	中等	中等低	低	非常低
非常高	非常高	非常高	高	中等	低	非常低	非常低
高	非常高	高	高	中等	低	低	非常低
中等高	高	高	中等高	中等	中等低	低	低
中等	高	中等高	中等高	中等	中等低	中等低	低
中等低	中等高	中等高	中等	中等	中等	中等低	中等低
低	中等高	中等	中等	中等	中等	中等	中等低
非常低	中等	中等	中等	中等	中等	中等	中等

3. 建立由專家評價之市場目標產品功能特徵模糊化資料庫

由該產品專家、企劃人員及研發人員共同蒐集公司所有相關產品資料（共有 m 種不同產品），建立目標產品之功能特徵需求項次，專家將所有相關產品評價量化，得到量化之產品資料庫，此資料庫是依照表 4-1、圖 4-1 之七階三角模糊函數來評價。

4.以模糊資訊公理理論完成模組產品評價

最佳化產品評價法則之執行步驟及演算公式說明如下：

(1)擬定顧客需求重要程度，並計算顧客需求項目權重

若顧客基本需求計有 n 項(在系統介面上由消費者設定並輸入)，將其分別模糊化為 7 階的三角模糊數，計算顧客需求項目之重心，並將之正規化之後可得到顧客需求項目等級權重以序列 $w_i (w_1, w_2, \dots, w_n)$ 表示，且其顧客需求項目權重總和為 1，如公式 4.1。

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \dots\dots\dots (4.1)$$

其中 n 為顧客設定基本需求。

(2)計算產品功能特徵矩陣 \tilde{b}_j

由專家學者評價的顧客需求與產品功能特徵之三角模糊關聯矩陣如表

3-3 設為矩陣 \tilde{A}

$$\tilde{A} = [\tilde{a}_{ij}] \dots\dots\dots (4.2)$$

其中 i and j 定義 i -th 顧客需求及 j -th 產品功能特徵。

以正規化之顧客需求等級加權與產品功能特徵之三角模糊關聯矩陣相乘後得到第 j 個產品功能特徵矩陣 \tilde{b}_j 如公式 4.3，此為設計者求得之功能特徵的「設計區域」

$$\tilde{b}_j = \sum_{i=1}^n w_i \times [\tilde{a}_{ij}] \dots\dots\dots (4.3)$$

其中 j 代表第 j 項產品特徵功能。

(3)計算共同區域與系統區域的面積比值 p_j

由步驟 2 求得之設計人員設定的「設計區域」和系統能力範圍「系統區

域」之間的交疊是可接受的「共同區域」，共同區域愈大，代表產品設計成功的機會越高。見圖 2.2，利用公式 3.3。

$$p_j = \text{共同區域} / \text{系統區域}$$

其中 j 代表第 j 個產品特徵；

此公式來計算共同區域與系統區域的面積比，此值愈大愈理想。

(4) 計算資訊量 I_j

定義第 j 個產品特徵資訊量為 I_j ，見公式 4.4

$$I_j = \log_2(1/p_j) \dots\dots\dots(4.4)$$

總所有設計產品特徵資訊量為總資訊量(I_{total})表示如公式 3.4。

(5) 建立產品評價法則, 選擇最適合顧客需求的產品

依據表 4.2 建立的顧客需求重要程度與需求與功能特徵關係程度評判結果表，計算產品各項功能特徵項目之重心，令第 j 項產品特徵項目之正規化

權重為 w_j^{nd} ，其中權重總和為 1，如公式 $\sum_{j=1}^m w_j^{nd} = 1$

最後，將所得到產品特徵資訊量與產品特徵項目正規化權重相乘，得到產品資訊量總評價值 E (望小)，如公式 4.5

$$E = \sum_{j=1}^m (I_j \times w_j^{nd}) \dots\dots\dots(4.5)$$

其中 m 代表資料庫所有產品，共有 m 種，總評價值愈小愈理想。

5. 搜尋最佳模組產品

企業可將上述演算程序程式化，建立消費者最適產品推薦之程式介面；消費者可運用此介面輸入個人需求之重視等級，介面可提供最適合該消費者選購之產品建議。

4.2 運用模糊層級分析法、類神經網路及灰色理論建構之模式

本模式依據「模糊理論」、「層級分析法」、「倒傳遞類神經網路」及「灰關聯分析」等理論，協助消費者依據本身需求條件的偏好程度，計算各功能模組需求的歸屬程度。

1. 建立模組產品功能型別及消費者需求擬訂

由公司資深專業的產品銷售業務人員將產品依據不同的功能等級進行相關組件的模組化設定，以利顧客或消費者依據需求選擇；各種功能類別均有各自的模組化樣式，且同一功能的模組化樣式可依產品低階到高階的定位，等分於歸屬值 $[0, 1]$ 之間，模組產品功能型別分類項次有：

- (1) 功能組件類別
- (2) 模組化樣式
- (3) 歸屬值

另外由資深專業的產品銷售業務人員，針對該產品的特性，共同擬定顧客基本需求 CN_i 其中 i 代表顧客基本需求項次。

2. 建立產品之顧客需求與功能模組之關聯性模糊評價

本階段擬以下列二個步驟建立「顧客需求」項目與「功能模組」項目間的關聯與評價模式。先將需求模糊化為 5 階的三角模糊數。表 4.3 與圖 4.2 則分別表示 5 個語彙等級的三角模糊數表列與圖形。

表 4.3 需求重要程度/功能需求等級 與模糊函數對應關係表

語彙別	三角模糊函數
A 完全不重要/非常低	(0,0,3)
B 不重要/低	(1,3,5)
C 普通/普通	(3,5,7)
D 重要/高	(5,7,9)
E 非常重要/非常高	(7,10,10)

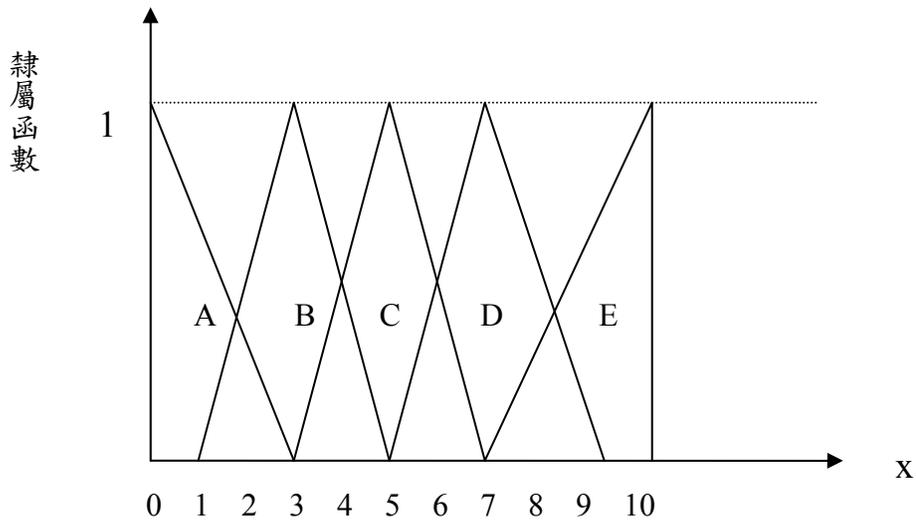


圖 4.2 需求重要程度/功能需求等級 之三角模糊函數圖形

步驟一、建立「顧客需求」與「功能模組」之關聯性

依顧客不同的需求等級，尋找滿足程度較佳的功能模組，為本步驟的重要目標。因此，需建立「顧客需求」與「功能模組」間相互的關聯性。假設有 n 項客戶需求與 m 項功能組件類別，則可建立一個 $R_{n \times m}$ 的關聯程度矩陣。

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nm} \end{bmatrix} \dots\dots\dots (4.6)$$

其中， $0 \leq r_{ij} \leq 1$ ($i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m$)。

將 r_{ij} 模糊化為 5 個等級的三角模糊函數，其「顧客需求」與「功能

模組」之關聯程度表如表 4.4 所示。

表 4.4 「顧客需求」與「功能模組」之關聯程度語彙表

語彙別	三角模糊函數
高度負相關	(0,0,3)
負相關	(1,3,5)
無關	(3,5,7)
正相關	(5,7,9)
高度正相關	(7,10,10)

步驟二、功能模組模糊語彙評價

依據前一個步驟所定義的重要程度語彙集(非常重要、重要、普通、不重要、完全不重要)與關聯度語彙集(高度正相關、相關、無關、負相關、高度負相關)，依據模糊邏輯「IF...,THEN...」的架構，針對模組化功能的需求等級(非常高、高、尚可、低、非常低)作評判。由 5 項「重要程度語彙」與 5 項「關聯程度語彙」交互配對，共可形成 25 個模糊推論法則。

例如，若客戶的第 i 項需求之等級為「非常重要」，且第 j 項功能模組可滿足第 i 項需求的關聯程度為「高度正相關」，則該功能模組樣式以「非常高」來回應其關聯需求。上述依模糊邏輯可簡化表達如下：

IF 「顧客需求-非常重要」 and 「關聯程度-高度正相關」，

THEN 「功能模組需求-非常高」。

此 25 項模糊邏輯推論如表 4.5 所示。

表 4.5 顧客需求重要程度與顧客需求/功能模組相關程度評判結果表

		顧客需求與功能模組相關程度類別				
		高度 正相關	正相關	無關	負相關	高度 負相關
顧客 需求 程度 類別	非常 重要	非常高	非常高	普通	非常低	非常低
	重要	非常高	高	普通	低	非常低
	普通	高	高	普通	低	低
	不重要	高	普通	普通	普通	低
	完全 不重要	普通	普通	普通	普通	普通

3. 建立產品功能元件資料庫

在各功能模組化自由排列組合的情況中，可能發生不同功能樣式間選項的衝突情形。假設功能模組可合理配對或品牌廠商有設定之配對方式計有 z 種組合，可將這 z 種組合視為 z 個參考序列 $P_k^R(p_1, p_2, \dots, p_z)$ ，其中 $k = 1, 2, \dots, z$ ，依據產品功能元件的不同組合，可建立產品功能元件資料庫。

4. 以模糊理論、層級分析法、倒傳遞類神經網路及灰關聯分析來完成產品評價。

(1) 顧客需求之擬定與排序

若顧客基本需求計有 n 項，於進行成對比較之後，進行以下步驟：

$$(a) \text{ 依公式 } A = \begin{bmatrix} N_1 & N_2 & \cdots & N_n \\ 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \begin{matrix} N_1 \\ N_2 \\ \vdots \\ N_n \end{matrix} \quad \text{及找出相對比較矩陣}$$

(b)依公式 $(A - \lambda I)w = 0$. 計算顧客需求之特徵向量 (權重)

$$w_i = (w_1, w_2, \dots, w_n)$$

(c)將其標準化後可得到顧客需求等級序列 $w_i^* = (w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*)$

(d)將其分別模糊化為 5 階的三角模糊數。表 3.6 與圖 3.4 則分別表示 5 個語彙等級的三角模糊數表列與圖形。

(2)類神經模糊演算法之建立

如圖 3-2 所示，倒傳遞類神經網路可分為輸入層、隱藏層與輸出層。在本研究中，將 IF 條件式中的「客戶需求」與「關聯程度」各 5 個模糊等級，計 10 個數值資料，作為類神經網路輸入層的節點值。同樣的，將 THEN 條件式中「功能模組需求」的 5 個等級作為輸出層節點。而隱藏層的節點數，則取輸入層與輸出層節點數總合的一半，計約 8 個節點。因此，步驟二的範例可將輸入條件與輸出結果模糊化為：

INPUT : 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0

OUTPUT : 1 0 0 0 0

由前述所建構出的 25 項模糊邏輯條件式，可提供作為類神經網路的學習法則，並經由 MATLAB 軟體計算，求出類神經網路的加權值與偏權值。此訓練完成之網路，可以協助顧客依據個人的需求，得到基本需求對應各功能模組之輸出序列 $P(p_{ij}(1), p_{ij}(2), p_{ij}(3), p_{ij}(4), p_{ij}(5))$ ，將此序列表示為一折線圖函數 $f(x)$ ，可求得第 i 項需求與第 j 項功能模組之折線函數的重心位置 p_{ij}^* 。

$$p_{ij}^* = \frac{\int_0^1 f(x) x dx}{\int_0^1 f(x) dx} \dots\dots\dots(4.7)$$

因此，以各功能模組需求為基準，加權平均需求程度(特徵向量)於各功能模組中，由式 4.8 可得到各功能組件的總和需求歸屬值。

$$P_j^* = (\sum_{i=1}^n p_{ij}^* \cdot w_i^*) / \sum_i w_i^* \dots\dots\dots(4.8)$$

(3) 灰色理論決策模式之運用

由公式 4.8 所得到的各項功能組件歸屬值，可視為一目標序列 $P^G(p_1, p_2, \dots, p_m)$ 。假設功能模組可合理配對或品牌廠商有設定之配對方式計有 z 種組合，可將這 z 種組合視為 z 個參考序列 $P_k^R(p_1, p_2, \dots, p_z)$ ，其中 $k = 1, 2, \dots, z$ ，可依據公式 3.9 分別求得不同的參考序列與目標序列之灰關聯度，取其中之最大值 γ_{\max} 。而 γ_{\max} 所對應的序列即為依據顧客個別需求之最佳產品功能模組樣式選擇建議。

5. 搜尋最佳模組產品

企業可將上述演算程序程式化，建立模組最適產品選購之程式介面。消費者可運用此介面逕行個人需求之程度選填，系統可提供佳產品功能模組樣式選擇建議。

第五章 企業模組產品推薦服務系統

本文兩個個案企業均為在嘉義設立的公司，一家以銷售筆記型電腦為主的電腦公司；另一家則以生產及銷售嬰兒推車為主的嬰兒推車製造公司。本文將以這兩家公司來實際演算模組產品設計模式一及模式二，並建立模組產品推薦服務系統介面；這兩家公司可使用此推薦服務系統依據顧客需求來產生最適合該顧客的模組產品，公司一方面可以根據這結果，推廣這些模組組合；另一方面也可以放在公司網站上讓消費者依照本身需求，協助其搜尋最適合模組產品。

5.1 個案公司筆記型電腦模組產品

嘉義這家電腦公司以銷售筆記型電腦為主，銷售許多種不同品牌電腦，每一個品牌還有許多不同程度的功能特徵組合，去除消費者考量品牌因素，將所有品牌及所有不同功能特徵的模組產品建立模組產品資料庫，利用模式一的模糊資訊公理理論演算，求得最佳客製化模組產品，並建立該產品推薦服務系統。演算過程如下：

1. 建立消費者需求與產品功能特徵

由於顧客對於筆記型電腦功能需求的用語非常廣泛，例如，顧客希望產品「看起來很酷」或是「短小輕薄」、「玩遊戲速度很快」等，因此，許多功能需求被提出，但有些不同的需求是可以被歸在相同類別，只是說法不同而已，由資深電腦公司銷售業務人員依據許多顧客在購買筆記型電腦時對其功能的要求項目，加以彙整後，再依據筆記型電腦專業知識，擬定顧客成基本需求項次。本文由該產品資深電腦公司銷售業務人員 3 人針對顧客需求，擬

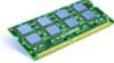
定顧客基本需求項次如表 5.1 所示。

表 5.1 資深銷售業務人員選定顧客基本需求

序號	顧客需求(Customer Needs)
CN1	文書處理
CN2	專業繪圖
CN3	數值運算
CN4	攜帶方便
CN5	價格
CN6	色彩

而筆記型電腦之產品重要功能特徵，經本文筆電專家 2 人、產品企劃 2 人及產品銷售人員 1 人共同篩選後，建立 7 項產品重要特徵(PF)，分別為 CPU、記憶體、螢幕尺寸、硬碟容量、顯示卡、價格及色彩，如下表 5.2。

表 5.2 筆電專家選定產品功能特徵

序號	產品功能特徵(Product feature)	figure
PF1	CPU	
PF2	記憶體	
PF3	螢幕尺寸	
PF4	硬碟容量	
PF5	顯示卡	
PF6	價格	NT
PF7	色彩	筆記型電腦外觀顏色有黑色、白色、紅色

2. 建立顧客需求選項與產品特徵之關聯評價法則

由資深銷售業務人員選定顧客基本需求及筆電專家選定產品重要功能

特徵後，因為顧客基本需求與產品功能特徵間亦存在相當關聯性，而且顧客基本需求常無法使用明確語言來表達，所以利用模糊函數來分別顧客的需求，尤其顧客對功能特徵的認識不足，更必須有專業知識來引導顧客認識該產品。因此，筆電專家們依據上述理念，針對顧客基本需求對產品功能特徵做關聯性評比並將其模糊化為七階的三角模糊數，見表 4.1、圖 4.1；在評價中加入田口法概念，完成顧客需求與產品特徵之關聯表如表 5.3。

表 5.3 顧客需求與產品功能特徵之關聯表

產品特徵	1	2	3	4	5	6	7
顧客需求	CPU	記憶體	螢幕尺寸	硬碟容量	顯示卡	價格	色彩
1 文書處理	L+	L+	MH+	ML+	L+		
2 專業繪圖	VH+	H+	H+	MH+	VH+		
3 數值運算	VH+	H+	NR	L+	L+		
4 攜帶方便	NR	NR	L-	NR	NR		
5 價格						V-	
6 色彩							Vo
備註：+望大；-望小；o 望目							

表 5.3 顧客需求與產品功能特徵之關聯表中顧客需求「文書處理」項目與產品功能特徵「CPU」項目，經評價後為「L+」是指兩者關聯度「低」加上「望大」，是指在關聯度「低」門檻值向右所有值都合乎顧客需求，在價格及色彩方面以 V(Value)來設定 V-代表價格在設定值之下皆可成立；Vo 則代表色彩必須符合設定值，將田口法概念導入三角模糊數，以產品功能特徵的品質特性模糊化圖形如圖 5.1。

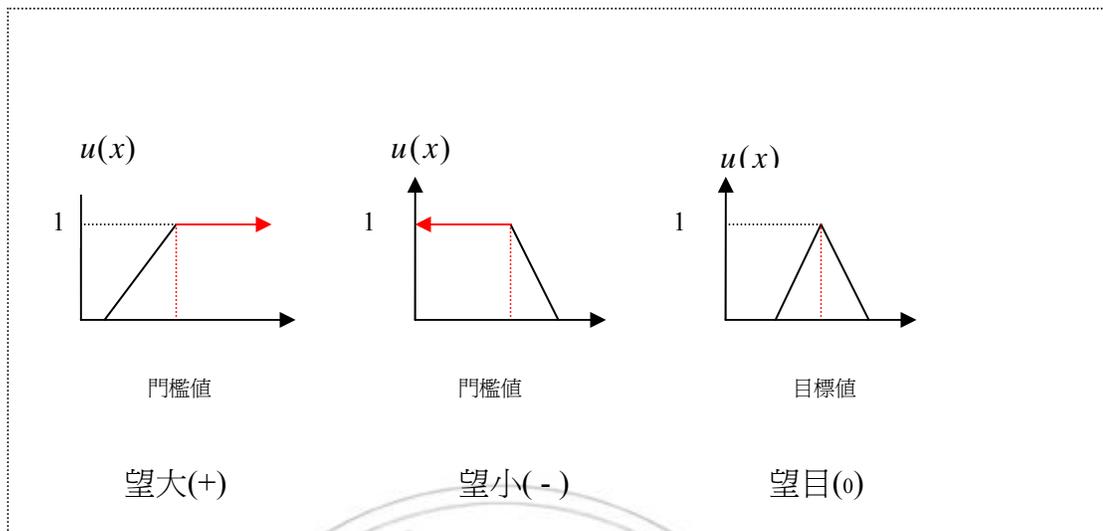


圖 5.1 產品功能特徵的品質特性模糊化圖形

3. 建立由專家評價之市場目標產品功能特徵模糊化資料庫

本文之公司總共蒐集筆記型電腦 51 台，均為目前市面上知名之品牌產品，並請上述專家對於所蒐集的產品逐項評比，並將其意見彙整後建立產品資料庫，配以七階三角模糊數表示如表 5.4。另請上述專家依據市場筆記型電腦價格區分等級以七階三角模糊數來表示如表 5.5，當然價格屬於望小，越低越好。

表 5.4 專家評比模糊化產品資料庫

產品特徵 編號	CPU	記憶體	螢幕尺寸	硬碟容量	顯示卡	價格	色彩
NB1	VL	VL	VL	VL	VL	VL	黑
NB2	VL	M	ML	ML	M	L	白
NB3	L	M	M	ML	M	L	黑
.....						
NB12	VL	M	M	ML	M	L	黑
NB13	L	M	M	ML	M	L	紅

表 5.4 專家評比模糊化產品資料庫(續)

.....							
NB51	H	M	M	L	VL	MH	黑

表 5.5 筆記型電腦價格與三角模糊等級關係

筆記型電腦價格	15 以下	15~20 以下	20~25 以下	25~30 以下	30~40 以下	40~50 以下	50 以上
三角模糊等級	VL	L	ML	M	MH	H	VH

單位：千元

4. 以模糊資訊公理理論完成模組產品評價

將各項準備工作完成後，開始進行模組產品設計的演算流程如下：

(1)有一顧客 Feigo 想買壹台筆記型電腦，但是他們對電腦硬體知識一竅不通，本文可依據他們的實際需求，運用模糊資訊公理的理论，協助搜尋最適合顧客之市售筆記型電腦，在搜尋過程中，若產品評價相同，則以價格為第一考量因素。Feigo 的基本需求及語彙等級如表 5.6。

表 5.6 Feigo 的電腦需求及需求語彙等級

序號	電腦功能需求	Feigo 需求語彙等級
CN1	文書處理	H
CN2	專業繪圖	VL
CN3	數值運算	M
CN4	攜帶方便	MH
CN5	價格	台幣 30000 以下 (M-)
CN6	色彩	白色

(2)將 Feigo 對電腦功能需求以三角模糊數等級化，首先顧客基本需求及產品功能特徵都有「價格」及「色彩」兩項，其中因為價格為望小，色彩為望

目，因此可先對這兩項進行篩選，先得到適合這兩項需求的筆電產品，再利用以下公式計算：

(a) 計算顧客需求項目之重心，並將之正規化之後可得到顧客需求項目等級權重以序列 $w_i (w_1, w_2, \dots, w_n)$ 表示，且其顧客需求項目權重總和為 1，

$$\text{即 } \sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad ;$$

(b) 由 $\tilde{A} = [\tilde{a}_{ij}]$ 及 公式 $\tilde{b}_j = \sum_{i=1}^n w_i \times [\tilde{a}_{ij}]$ ，得產品功能特徵矩陣 \tilde{b}_j ；

(c) 利用 $p_j = \text{共同區域} / \text{系統區域}$ ；來計算共同與系統區域的面積比；

(d) 由 $I_j = \log_2(1/p_j)$ 求得各產品特徵資訊量 I_j ，並加總其和得 I_{total} ，結果見表 5.7，從表中可知在專家產品資料庫中可參加評比筆電共有 11 台。

表 5.7 各產品功能特徵資訊量總和

評價	NB2	NB20	NB21	NB23	NB28	NB31	NB32	NB37	NB41	NB43	NB50
I(CPU)	∞	∞	0.00	∞	2.28	2.28	∞	2.28	0.08	2.28	2.28
I(記憶體)	0.00	∞	1.31	2.51	2.51	0.00	2.51	0.00	1.31	0.00	0.00
I(螢幕呎吋)	2.12	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	∞	0.00	0.00	0.00	0.00
I(硬碟容量)	0.00	0.00	0.00	5.27	0.00	1.10	5.27	1.10	0.00	0.00	0.00
I(顯示卡)	0.00	0.00	0.00	1.70	0.00	0.00	1.70	0.00	0.00	1.70	0.00
I_{total} (總和)	∞	∞	1.31	∞	4.79	3.38	∞	3.38	1.39	3.98	2.28

(3) 求 w_j^{nd}

利用表 5.6 Feigo 的電腦需求及語彙等級及表 4.2 顧客需求與產品特徵

之關聯表求得各項顧客需求與產品功能特徵的模糊推理結果如表 5.8。

表 5.8 Feigo 需求與產品功能特徵的模糊推理結果

產品功能特徵	1	2	3	4	5
顧客需求	CPU	記憶體	螢幕尺寸	硬碟容量	顯示卡
1 文書處理	L	L	H	L	L
2 專業繪圖	M	M	M	M	M
3 數值運算	H	MH	NR	ML	ML
4 攜帶方便	NR	NR	M	NR	NR

將表 5.8 Feigo 需求與產品功能特徵的模糊推理結果，計算重心後再標準化得到 w_j^{nd} 值，結果是 w_j^{nd} (0.247253, 0.21978, 0.225275, 0.153846, 0.153846) 其中 j 代表 5 項產品功能特徵。

(4).求顧客對筆記型電腦總評價值：

利用 $E = \sum_{j=1}^m (I_j \times w_j^{nd})$ ，計算後之 Feigo 對筆記型電腦產品功能特徵評價

總和如表 5.9、排序後之筆電產品特徵內涵表 5.10。

表 5.9 Feigo 需求筆記型電腦產品功能特徵評價總和

評價	NB21	NB28	NB31	NB37	NB41	NB43	NB50
E(CPU)	0.00	0.56	0.56	0.56	0.02	2.28	0.56
E(記憶體)	0.29	0.55	0.00	0.00	0.29	0.00	0.00
E(螢幕吋吋)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E(硬碟容量)	0.00	0.00	0.17	0.17	0.00	0.00	0.00
E(顯示卡)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.26	0.00
E(總和)	0.29	1.11	0.73	0.73	0.31	2.54	0.56
排序	1	6	4	5	2	7	3

表 5.10 適合 Feigo 筆記型電腦產品功能特徵排序表

排序	產品特徵編號	CPU	記憶體	螢幕尺寸	硬碟容量	顯示卡	價格	色彩
1	NB21	MH	ML	MH	M	ML	ML	白
2	NB41	M	ML	ML	ML	MH	ML	白
3	NB50	ML	M	ML	L	ML	M	白

(5)結果說明：

產品功能特徵總和評價值越小，表示這款筆記型電腦較接近顧客需求，計算後對電腦需求前三名分別為電腦產品編號 NB21、NB41 及 NB50。以排序 1 的筆電來看，價格、色彩符合 Feigo 需求，螢幕尺寸相同於顧客需求，該款筆電有較高 CPU 及硬碟容量，因為該顧客對於文書處理及數值運算有較高需求故為第一選擇，排序 2、3 的筆電雖然螢幕尺寸較小，但 CPU 及硬碟容量較小，故選擇順序小於 NB21。

(6)另一顧客 Tom，對於選購筆記型電腦有不同需求及語彙等級，見表 5.11

表 5.11 Tom 的電腦需求及語彙等級

序號	電腦功能需求	Tom 的需求語彙等級
CN1	文書處理	L
CN 2	專業繪圖	H
CN 3	數值運算	MH
CN 4	攜帶方便	M
CN 5	價格	台幣 30000 以下 (M-)
CN 6	色彩	黑色

依照步驟 1~4 的演算公式，同樣計算後可得結果如表 5.12、5.13。

表 5.12 Tom 需求筆記型電腦產品功能特徵評價總和

評價	NB1	NB3	NB4	NB5	NB10	NB11	NB12	NB14
I(CPU)	∞	∞	0.00	0.00	∞	0.00	∞	0.00
I(記憶體)	∞	5.70	0.00	0.00	0.00	0.00	5.70	0.00
I(螢幕吋吋)	∞	0.46	0.00	0.46	0.00	0.46	0.46	0.00
I(硬碟容量)	∞	1.35	6.28	0.00	0.00	0.00	1.35	6.28
I(顯示卡)	∞	0.81	0.00	0.00	∞	0.00	0.81	0.00
I(總和)	∞	∞	6.28	0.46	∞	0.46	∞	6.28
評價	NB22	NB27	NB33	NB34	NB36	NB39	NB45	___
I(CPU)	∞	6.15	0.00	∞	6.15	0.00	6.15	___
I(記憶體)	∞	5.70	1.27	∞	5.7	1.27	5.7	___
I(螢幕吋吋)	∞	0.00	0.46	0.00	0.00	0.00	0.00	___
I(硬碟容量)	∞	1.35	1.35	6.28	1.35	1.35	1.35	___
I(顯示卡)	∞	∞	0.81	3.04	3.04	0.00	∞	___
I(總和)	∞	∞	3.89	∞	16.24	2.62	∞	___

表 5.13 Tom 需求筆記型電腦產品功能特徵評價總和

評價	NB4	NB5	NB11	NB14	NB33	NB36	NB39
E(CPU)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.51	0.00
E(記憶體)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	1.41	0.32
E(螢幕吋吋)	0.00	0.07	0.07	0.00	0.07	0.00	0.00
E(硬碟容量)	1.05	0.00	0.00	1.05	0.23	0.23	0.23
E(顯示卡)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.69	0.54	0.00

表 5.13 Tom 需求筆記型電腦產品功能特徵評價總和(續)

E(總和)	1.05	0.07	0.07	1.05	1.31	3.69	0.55
排序	4	2	1	4	5	6	3

表 5.14 適合 Tom 筆記型電腦產品功能特徵排序表

排 序	產品特徵編 號	CPU	記憶 體	螢幕尺 寸	硬碟容 量	顯示卡	價 格	色 彩
1	NB11	MH	H	M	M	MH	L	黑
2	NB5	H	H	M	M	MH	M	黑
3	NB39	MH	MH	M	ML	MH	M	黑

計算後Tom前三名分別為電腦NB11、NB5及NB39。以排序1的筆記型電腦來看，價格、色彩符合Tom需求，螢幕尺寸相同於顧客需求，該款筆記型電腦有較高CPU、硬碟容量、及顯示卡，並有較低的價格，因為該顧客對於專業繪圖及數值運算有較高需求故為第一選擇，排序2、3的筆記型電腦的功能也不錯，但是價格比NB11高很多，雖然排序1、2的E值相同，但根據假設以價格高低為第一考量。

5. 搜尋最佳模組產品

表 5.10 及表 5.13 是顧客 Feigo 及 Tom 筆記型電腦產品功能特徵排序表，經計算得出之模組產品排序。

電腦公司可根據本模式之演算流程以 Visual Basic(VB)程式設計軟體設計此模組產品推薦服務系統如圖 5.2，消費者可運用此介面逕行個人需求之喜好程度選入以下項目：

(1)文書處理

(2)專業繪圖

(3)數值運算

(4)攜帶方便

(5)價格

(6)色彩

其中價格部分為望小、色彩部分為望目，消費者選填後，經程式執行後，可從介面中得知此系統推薦給消費者最合適的商品，此系統可放置於公司、業務人員電腦及公司網站上，協助消費者選購諮詢服務。

在此模組產品推薦服務系統介面中增加價格評量需求程度，此處並未加入本研究評量內容，但是未來在研究中可以考慮變成選項之一。

Form1

筆記型電腦客製化服務系統

顧客需求

請依據各項需求勾選您的需求程度

	非常低	低	有點低	中等	有點高	高	非常高
1. 文書處理	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. 專業繪圖	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. 數值運算	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. 攜帶方便	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. 價格	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
可接受最高價格	<input type="radio"/> 1.5K	<input type="radio"/> 2.0K	<input type="radio"/> 2.5K	<input checked="" type="radio"/> 3.0K	<input type="radio"/> 4.0K	<input type="radio"/> 5.0K	<input type="radio"/> ∞
6. 色彩	<input checked="" type="radio"/> white		<input type="radio"/> black		<input type="radio"/> Red		

執行 離開

選購建議搜尋結果

No.1 HPNB21 No.2 MSNB41 No.3 ACSNB50

圖 5.2 筆記型電腦產品推薦服務系統介面

5.2 個案公司嬰兒推車模組產品

本文個案公司專門設計、製造及銷售一系列之嬰兒及學前產品，包括嬰兒車、嬰兒床及圍欄、軟類製品、高腳椅、搖椅、嬰幼兒汽車座椅、電動騎行車及其他配套產品。個案之模組產品設計是以嬰兒推車為研究對象，以研發人員設計之功能模組，配合公司資深專業的嬰兒推車產品銷售業務人員，針對該產品的特性，共同擬定顧客基本需求，並由顧客根據需求狀況，比較

其重要程度，利用模組產品設計模式二之層級分析法、類神經網路、灰色理論提出顧客之模組選配建議，最後將建立消費者推薦服務系統介面，其演算過程如下：

1. 建立模組產品功能型別及消費者需求擬訂

(1) 分析嬰兒推車之功能型別與組成構件

本文選定嬰兒推車為個案驗證之目標產品，其可模組化的功能型別如圖 5.3 所示。

將產品依據不同的功能等級進行相關組件的模組化設定，以利顧客或消費者依據需求，運用本文所建立的理論，提供適合的功能模組產品建議。

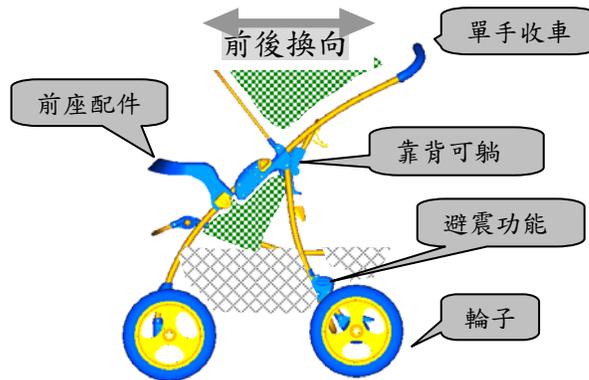


圖 5.3 嬰兒推車功能圖示

茲設定該款嬰兒推車的各功能型別分類如表 5.15 所示。各種功能類別均有各自的模組化樣式，且同一功能的模組化樣式可依產品低階至高階的定位，等分於歸屬值 $[0,1]$ 之間。

表 5.15 嬰兒推車模組化功能型別分類

項次	功能組件類別	模組化樣式	歸屬值
PF ₁	收車方式	單手+關節收車	1
		手拉鉤+關節收車	0.5
		關節滑套收車	0
PF ₂	收車自動站立	有	1
		無	0
PF ₃	前後換向	有	1
		無	0
PF ₄	前座配件	餐盤+玩具架	1
		餐盤	0.5
		扶手	0
PF ₅	靠背可躺	多段	1
		兩段	0
PF ₆	腳踏折彎	有	1
		無	0
PF ₇	輪子	打氣胎	1
		發泡胎	0
PF ₈	避震功能	前後輪防震	1
		僅後輪防震	0.5
		無防震	0

(2)顧客需求擬定

本階段由 5 名資深專業的嬰兒推車產品銷售業務人員，針對該產品的特

性，共同擬定顧客基本需求，計有 6 項，分別為：(a)幼兒乘坐舒適性 (b)收合性 (c)體積小(攜帶方便)(d)使用操作性(e)附加配件(玩具、置物)需求 (f)價格低廉，請參見表 5.16。

表 5.16 嬰兒推車 顧客需求擬定

項次	需求內容
CN ₁	幼兒乘坐舒適性
CN ₂	收合性
CN ₃	體積小(攜帶方便)
CN ₄	使用操作性
CN ₅	附加配件(玩具、置物)需求
CN ₆	價格低廉

2. 建立產品之顧客需求與功能模組之關聯性模糊評價

為建立表 5.15 與表 5.16 中「顧客需求」與「模組化功能型別分類」的關聯性，本文亦委由相同 5 名該產業之專家，針對該產品需求與功能類別之間的關係，共同擬定「顧客需求」對應「模組化功能型別分類」的關聯程度表。如表 5.17 所示，該表列中的數值為依據表 4.4 中的三角模糊函數語彙別，依據專業人員來判定其中的關聯程度，以歸屬值 0.5 為分界點，大於 0.5 逐步遞增為正相關的歸屬程度；小於 0.5 逐步遞減為負相關的歸屬程度。此數值於 5 階模糊化後，可作為類神經網路的後 5 個節點輸入值。

表 5.17 顧客基本需求項目與模組化功能型別分類關聯程度表

顧客基本需求項目	功能類別							
	PF ₁	PF ₂	PF ₃	PF ₄	PF ₅	PF ₆	PF ₇	PF ₈
CN ₁	0.5	0.5	0.6	0.6	0.8	0.8	0.7	0.9
CN ₂	1	0.9	0.1	0.4	0.4	0.5	0.2	0.4
CN ₃	0.4	0.6	0	0.1	0.5	0.6	0.1	0.4
CN ₄	0.5	0.5	1	0.5	0.5	0.5	0.7	0.8
CN ₅	0.5	0.5	0.5	1	0.5	0.5	0.5	0.5
CN ₆	0.2	0.2	0.1	0.3	0.4	0.4	0.2	0.3

3. 建立產品功能元件資料庫

一般產品各功能模組間常因不相容而產生不合理配對的情況，而個案公司亦常因為產品行銷策略或標準化之因素，僅銷售可能配對情況中有限量的組合。因此，本案例剔除若干不合理之配對後，篩選具有代表性的配對組合計 20 組，其選用模組等級詳如表 5.18 所示。

4. 以模糊理論、層級分析法、倒傳遞類神經網路及灰關聯分析來完成產品評價。

(1) 顧客需求重要度計算

依據表 5.16 所擬定的嬰兒推車基本的 6 項需求內容，顧客或消費者可依據本身的需求情況，成對比較其重要程度。

假設顧客甲想購買一台嬰兒推車，因此，他依據表 5.16 中 6 項基本需求，以層級分析法的評比原則(公式 3.5)，成對比較彼此的重要程度，並得到如表 5.19 的成果。

表 5.18 可配對之模組樣式

No.	功能類別							
	PF ₁	PF ₂	PF ₃	PF ₄	PF ₅	PF ₆	PF ₇	PF ₈
1	1	1	0	1	1	1	1	0
2	1	0	1	1	1	1	1	0
3	1	1	0	1	1	1	0	1
4	1	1	0	1	1	1	1	0
5	1	1	0	0.5	0	1	0	0
6	1	0	1	0	0	0	0	1
7	0.5	1	0	1	1	1	1	0
8	0.5	0	0	1	1	1	1	0
9	0.5	0	1	1	1	1	0	1
10	0.5	0	1	0.5	0	1	1	0
11	0.5	0	0	0	0	0	0	0.5
12	0.5	0	1	0	0	0	0	1
13	0	0	1	1	1	1	1	0
14	0	0	1	0.5	1	1	1	0
15	0	0	1	0	1	1	0	1
16	0	0	0	0.5	1	1	1	0
17	0	0	0	0.5	0	0	1	0
18	0	0	0	0	1	1	0	1
19	0	0	0	0	1	0	0	1
20	0	0	0	0	0	0	0	0.5

表 5.19 顧客甲需求成對比較值

	CN ₁	CN ₂	CN ₃	CN ₄	CN ₅	CN ₆
CN ₁	1	5	5	1	3	9
CN ₂	1/5	1	1	1/5	1/3	5
CN ₃	1/5	1	1	1/5	1/3	5
CN ₄	1	5	5	1	3	9
CN ₅	1/3	3	3	1/3	1	7
CN ₆	1/9	1/5	1/5	1/9	1/7	1

依據表 5.19 的內容，將其表示為一個 6×6 的方陣，可利用公式

$(A - \lambda I)w = 0.$ ，計算矩陣相關的特徵值與特徵向量，並進行一致性的檢定。可求得最大的特徵值 $\lambda_{\max} = 6.23$ ，其對應之特徵向量標準化後，可得 $w^* = (1, 0.22, 0.22, 1, 0.47, 0.07)$ ，再經由三角模糊函數見表 4.1、圖 4.1 的模糊化處理，可將每個特徵向量轉換成類神經網路前 5 個節點輸入值。

(2) 計算各功能模組需求評價

倒傳遞類神經網路可分為輸入層、隱藏層與輸出層，以表 5.16 顧客需求與表 5.17 需求/功能關聯性，各 5 個模糊等級，計 10 個數值資料，作為類神經網路輸入層的節點值，輸入點群資料；而「功能模組需求」的 5 個等級作為輸出層節點，利用表 4.5 所建構出的 25 項模糊邏輯條件式，可提供作為類神經網路的學習法則，求出類神經網路的加權值與偏權值，此訓練完成之網路，可以協助顧客依據個人的需求，得到基本需求對應各功能模組之輸出序列；再經由公式 4.7 及 4.8 的計算，可得到各功能類別的總和加權歸屬值，如表 5.20 所示。其中，— 代表需求與功能的關聯性為「無關」，故不加權計算其歸屬值。所得到的目標序列 $P_j^* = (0.64, 0.65, 0.73, 0.65, 0.88, 0.88, 0.81, 0.87)$ ，表示對於 8 個功能類別的等級需求度。

表 5.20 功能模組需求評價表

顧客需求	功能類別							
	PF ₁	PF ₂	PF ₃	PF ₄	PF ₅	PF ₆	PF ₇	PF ₈
CN ₁	—	—	0.69	0.69	0.99	0.99	0.97	0.95
CN ₂	0.83	0.83	0.43	0.50	0.50	—	0.49	0.50
CN ₃	0.50	0.52	0.30	0.43	—	0.52	0.43	0.50
CN ₄	—	—	0.95	—	—	—	0.83	0.99
CN ₅	—	—	—	0.75	—	—	—	—
CN ₆	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
P_j^*	0.64	0.65	0.73	0.65	0.88	0.88	0.81	0.87

(3)最佳功能模組選配建議

利用表 5.19 功能模組需求評價表及表 5.18 可配對之模組樣式，
以公式 3.9

$$\gamma(X_i, X_j) = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^{n-1} \left(\frac{\min_j \min_k \Delta_{1j} + \rho \max_j \max_k \Delta_{1j}}{|x_i(k) - x_j(k)| + \rho \max_j \max_k \Delta_{1j}} \right) \quad \text{計算；}$$

可求得各序列灰關聯度值如表 5.21 所示，得知目標序列(表 5.19 P_j^* 值)與第 9 個配對序列的灰關聯度值最大($\gamma_9 = 0.80$)，因此其所代表的各功能模組樣式也最為接近。

表 5.21 目標需求序列與 20 組可選配序列之灰關聯度值

r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7	r_8	r_9	r_{10}
0.74	0.75	0.75	0.74	0.71	0.60	0.77	0.75	0.80	0.74
r_{11}	r_{12}	r_{13}	r_{14}	r_{15}	r_{16}	r_{17}	r_{18}	r_{19}	r_{20}
0.56	0.63	0.73	0.76	0.72	0.72	0.58	0.68	0.61	0.50

由上述演算過程得知，設計者可根據顧客不同需求裝配不同模組樣式，顧客需求獲得重視與滿足。

5. 搜尋最佳模組產品

因此，顧客甲所需求的嬰兒推車最佳模組樣式選用建議為：(1)手拉鉤 + 關節收車 (2)無收車自動站立 (3)前後換向 (4)餐盤 + 玩具架 (5)靠背多段可躺 (6)具腳踏折彎 (7)發泡胎輪子 (8)前後輪防震。

個案公司可以依照上述演算過程，以 Visual Basic(VB)程式設計軟體建立消費者推薦服務系統如圖 5.4，讓顧客依據表 5.16 中 6 項基本需求，以層級分析法的評比原則，成對比較彼此的重要程度，將得到之結果填入此推薦

服務系統。系統將提供最適合選購之產品模組建議。此系統可放置於公司、業務人員電腦及公司網站上，協助消費者選購諮詢服務

嬰兒推車客製化選購

請在以下需求比較表中填入適當之"列需求對行需求"之比較指標數值：
 1 / 同等重要; 3 / 稍重要; 5 / 重要; 7 / 非常重要; 9 / 絕對重要，
 其倒數(1, 1/3, 1/5, 1/7, 1/9) 則表示"行需求對列需求"之重要性數值。

列需求 / 行需求	N1	N2	N3	N4	N5	N6
N1. 幼兒乘坐舒適性	1	5	5	1	3	9
N2. 收合性		1	1/5	1/3	5	
N3. 體積小(攜帶方便)			1	1/5	1/3	5
N4. 使用操作性				1	3	9
N5. 附加配件(玩具、置物)需求					1	7
N6. 價格低廉						1

執行 離開

建議選購模組選項

F1. 收車方式	手拉鉤十關節收車	F5. 靠背可躺	多段
F2. 收車自動站立	無	F6. 腳踏折彎	有
F3. 前後換向	有	F7. 輪子	發泡胎
F4. 前座配件	餐盤十玩具架	F8. 避震功能	前後輪防震

圖 5.4 嬰兒推車產品推薦服務系統介面

第六章 結論與建議

現今市場上，廠商競爭激烈，能給顧客多一些不同的服務，對於消費者購買行為來說，都是有很大的幫助。尤其在資訊科技大幅進步的時代，各種資訊服務的提供，帶給顧客便利及容易使用的空間，對於所設計之產品，將更具有競爭性；本章分成結論、建議及研究限制三方面來探討。

6.1 結論

本文探討客製化模組產品的設計、建立模式，並協助個案企業建立消費者選購服務系統，使得顧客在多樣的產品中，仍可選擇到合適顧客的商品。本文的貢獻如下：

1.在客製化模組產品設計，所建立之兩種設計模式，皆起始於顧客需求的喜好，重視消費者選購行為，可免去受設計者主觀引導的缺失。

2.在產品設計過程中，有學者利用模糊資訊公理來設計評價產品，本文增加考量顧客對產品品質特性的期望因子，在市場銷售實務上，可增強消費者在選購產品後的滿意度。

3.在產品設計過程中，建立專家評價後之模組產品資料庫，能使消費者在選購模組產品時有更多樣的選擇。

4.本文所建立模組產品設計模式，具有通用性，企業可利用此模式建立該企業的消費者推薦服務系統，提供消費選購其所喜好的不同模組產品。

5.公司可應用本論文提供之推薦服務系統介面所得到之消費者選購結果，與實際消費者在市場上選購決策比較，若有不同結果，可探討公司在行銷及產品研發策略中有待加強部分(如廣告支出是否足夠、推出的模組產品是否合適顧客需求等)。

6.本論文的個案公司，有電腦公司及嬰兒推車之製造廠商人員協助進行實際作業及討論，其中專家、資深銷售人員及研發企劃人員評價產品功能特徵，對於本論文成果有很大幫助，這種產學合作模式，將是未來可推廣模式。

顧客導向時代的來臨，消費者對產品和服務要求急遽改變，快速反應消費者需求已是企業成功不二法門。在追求高品質的現代社會裡，一個產品設計或系統品質的優劣，直接影響其市場的競爭性。

由於消費者對產品的需求程度不同且語意不明確，在面對比較生疏或產品功能較複雜的情況下，往往令人手足無措，不知該如何選用適當的功能模組，必須依賴產品專家的設計。

本文客製化模組產品設計所建立的模式，設計模式一：以模糊資訊公理作為評價及決策法則；設計模式二：以層級分析法、模糊理論、倒傳遞類神經網路及灰關聯分析作為評價及決策法則。

客製化模組產品設計建立演算架構，從顧客需求的設定開始、找出模組產品重要的功能特徵元件，到兩者的關聯的評價，建立模組產品資料庫，利用理論模式評價及做出選擇最佳產品的決策，建立模組產品的通用性，企業可依據選擇所需要模式，依據演算流程建置產品推薦服務系統。

將顧客需求模糊化，以合理且嚴謹的理論，映射轉換至各項產品特徵上。整個研究架構的邏輯合理、客觀及正確，並能實際應用於企業實務操作，在設計過程中，企業之產品研發及銷售人員，多方面提供協助及討論，雙方應可從此過程中得到啟發，為產學合作的典範。

在今日網路與電子商務的技術已日趨成熟下，相信有許多的廠商，迫切需要一個能妥善引導顧客需求的推薦服務系統，廠商可從服務系統中、業務人員及廠商網站中取得顧客需求與選擇產品的相對資訊，這些資訊取得對企

業產品的銷售及研發將有很大助益。

6.2 建議

在本文後續的研究發展上可以針對以下幾點進行：

1. 增加評估模式

本文採用兩種產品設計評估模式，後續的發展可以嘗試使用其他更為複雜和精確的方法來設計產品評估模式，在相同顧客選擇的條件下，能作為比較方案，找出最合適模式。

2. 考量品牌忠誠度

本文中未考量顧客在選購時對品牌忠誠度，未來研究可考慮消費者對品牌的喜好度，甚至考慮不同品牌功能模組組合，這是「訂作客製化」的開始。

3. 價格因子調整

本文將功能特徵「價格」項目訂為望小，實務上，現在消費者選購產品時，價格不一定是愈小愈好，而是在一定品質中，某個目標價格上下一定範圍內都是可同意選購的標的，價格因子設定是重要課題。

3. 虛擬實境的使用

目前網路上虛擬實境的使用，已經慢慢被消費者所接受，即時呈現產品設計之成果，將是與顧客互動最好方式，後續的研究可透過 3D 虛擬實境模型的呈現，讓顧客能以多方向檢視產品之成果，讓顧客多了解產品，增加選購的樂趣。

6.3 研究限制

本文採用「筆記型電腦」及「嬰兒推車」為模組產品的個案企業，主要

的原因是選擇比較熟悉的產業及公司，後續的發展可以藉由設計者的開發或進行更詳細的市場調查，增加其他產業或產品客製化模組產品，以求更能符合設計的通用性。



參考文獻

一、中文部分

1. 邱志建、陳仕豪、林坤建 (1999)，灰關聯分析於大哥大手機台灣市場競爭力之應用，第四屆灰色系統理論與應用研討會，台灣，404~409 頁。
2. 吳淑鶯(2001)，產品設計方法實證研究--以行動電話為例，商管科技季刊，第二卷、第二期，139~156 頁。
3. 張斐章、張麗秋(2005)，類神經網路，東華書局。
4. 鄧聚龍(1989)，灰色系統理論教程，華中理工大學出版社。
5. 鄧聚龍、郭洪(1996)，灰預測原理與應用，台北，全華書局。
6. 鄧聚龍(2003)，系統理論與應用，高立圖書有限公司
7. 陳文華(1999)，應用資料倉儲系統建立 CRM，資訊與電腦，122-127頁。
8. 葉怡成編(2004)，類神經網路模式應用與實作，台北市：儒林出版社，(八版三刷)。
9. 裴文、李繼法 (2004)，以分析層級程序法探討軍事採購作業制度—以某軍工廠為例，遠東學報，第二十一期，607-618 頁。
10. 劉毓民(2000)，善用網路資訊科技提供消費者一對一的客製化服務，電子化企業經理人報告，ARC遠擎管理顧問公司企業智慧部，第十一期，4-5 頁。
11. 劉鎮源、唐麗英(2009)整合灰關聯分析與感性工學於產品設計開發，品質學報 第16卷，第三期，165-177頁。

二、英文部分

12. Allen, C. (1999), Personalization Vs. Customization, Wiley and Sons, New York.
13. Allen, J.K., Carone, M.J., Williams, C.B. & Mistree, F. (2003), An Application of Constructal Theory in the Multi-Objective Design of Product Platforms, ASME 2003 Design Engineering Technical Conferences and Computer and Information in Engineering Conference, pp. 1-12.
14. Ayag, Z. (2005), A fuzzy AHP-based simulation approach to concept evaluation in a NPD environment, IIE Transactions vol.37, pp. 827-842.
15. Baxter, M. (1995), Product Design, Chapman & Hill, London, UK.
16. Bellman, R.E. & Zadeh, L.A. (1970), Decision-Making in a Fuzzy Environment, Management Science, Vol.17, No.4, pp.141-164.
17. Blackwell, R. D., Miniard, P. W. & Engel, J. F. (2001). Consumer Behavior (9th ed.). NY: Harcourt.
18. Chang, W. C., Wen, K. L. & Raiffa, H. (2000), The grey relation grade and its application, Gulai Publisher.
19. Chen, S.H. (1985a), Ranking fuzzy numbers with maximizing set, Fuzzy Sets and Systems, Vol.17, pp.113-129.
20. Chen, S.H. (1985b), Operations on fuzzy numbers with function principle Tamkang, Journal of Management Sciences; Vol.6, No.1, pp.13-25.
21. Chen, S.H. & Hsieh, C.H. (1999), A model and algorithm of fuzzy product positioning, Information Sciences, Vol.121, pp. 61-82.
22. Coates, J.F. & Wolff M.F., (1995), Customization promises sharp competitive edge, Research Technology Management, Vol.38, No.6, pp.6-7.
23. Coner, A. (2003), Personalization and customization in financial portals, Journal of American Academy of Business, Vol. 2, No.2, pp. 498-505,

24. Cooper, Robert G.; Kleinschmidt & Elko J. (1987), New Products: What Separates Winners from Losers ?, Journal of Product Innovation Management, Vol.14, September, pp.169-184.
25. Davis, S. M. (1989), From Future Perfect: Mass Customizing, Planning Review , Vol.7, No. 5, pp.16-21.
26. Diyar, A. & Kulak, O.(2007) , Evaluation of Product Design Concepts Using Grey-Fuzzy Information Axiom , The Journal of Grey Systems, Vol.3,pp 221-234.
27. Dubois,D. & Prade,H. (1980), Fuzzy Sets and Systems: Theory and Application , Academic Press Inc.
28. Durmusoglu, M.B. & Kulak, O. (2008), A Methodology for Office cell designs Using AD principles , OMEGA, Vol.36, No.4,pp.633-652.
29. Engel,J.F., Blackwell,R.D. & Miniard,PW.(1993), Consumer Behavior ,7th ed.). Fort Worth: Dryden Press.53.
30. Freeman, J.A. & Skapura, D.M.(1991), Neural networks algorithm, application, and programming techniques, Addison-Wesley, New York.
31. Garvin & David, A. (1987), Competing on the Eight Dimensions of Quality, Harvard Business Review, November-December, 101.
32. Gilmore, J. H. & Pine II, B. J.(1997), The Four Faces of Mass Customization, Harvard Business Review, Vol.75, No.1, pp.91-101.
33. Green, P. E. & Srinivasan, V. (1978), Conjoint analysis in consumer research: issues and outlook , Journal of Consumer Research, Vol.5, pp.103-123.
34. Hauser, John R. & Clausing Don (1988), The House of Quality, Harvard Business Review, May-June, pp.63-73.
35. Helander, M.G. & Jiao, J. (2002), Research on E-product Development (ePD) forMass Customization , Technovation, Vol.22, pp.717-724.

36. Helander M. G. & Lin L. (2002), Axiomatic design in ergonomics and an extension of the information axiom, Journal of Engineering Design ,Vol.13, pp. 321-339.
37. Hertz, J., Krough, A. & Palmer ,G. (1991),Introduction to the Theory of Neural Computation, Addison-Wesley, California.
38. Hsiao, S.W.(1994), Fuzzy set theory on car-color design ,COLOR research and application, Vol.19, No.3, pp.202-213.
39. Hsiao, S.W. & Liu M.C.(2002), A morphing method for shape generation and image prediction in product design, Design Studies,Vol.23,No.5, pp.533-556.
40. Hsiao, S.W. & Huang H.C.(2002) , A neural network based approach for product form design, Design Studies ,Vol.23, No.1, pp.67-84.
41. Hsiao ,S.W. & Tsai,H.C. (2005), Applying a hybrid approach based on fuzzy neural network and genetic algorithm to product form design, International Journal of Industrial Ergonomics, Vol.35, No .5,pp.411-428.
42. Huang, C.C. (2000), Overview of Modular Product Development, Proceedings of the National Science Council, Republic of China, Part A: Physical Science and Engineering, Vol. 24, pp. 149-165.
43. Jiang, P. (2002), Exploring Consumers' Willingness to Pay for Online Customization and Its Marketing Outcomes, Journal of Targeting, Measurement and Analysis for Marketing, Vol.11, No.2, pp.168-174.
44. Jones, J. C. (1992), Design Methods, Van Nostrand Reinhold, New York.
45. Karwowski W.(2005), Ergonomics and human factors: the paradigms for science, engineering, design, technology and management of human-compatible systems, Ergonomics ,Vol.48 pp. 436-463.
46. Kotler , P. (2000), Marketing Management, 10thed, Prentice-Hall, New Jersey.

47. Kotler, P. (1989), From Mass Marketing to Mass Customization, Planning Review, Vol. 7, No.5, pp. 10-13.
48. Kwong, C. K. & Bai, H. (2002) ,A fuzzy AHP approach to the determination of importance weights of customer requirements in quality function deployment, Journal of Intelligent Manufacturing, Vol. 13, No. 5,pp.367-377.
49. Kulak ,O. (2005), A decision support system for fuzzy multi attribute selection of material handling equipments, Expert Systems with Applications VOL.29, pp.310-319.
50. Kulak ,O., Durmusoglu M.B. & Tufekci S. (2005) ,A complete cellular manufacturing systems design methodology based on axiomatic design principles, Computers and Industrial Engineering ,Vol.48 ,pp.765-787.
51. Kulak ,O. & Kahraman ,C. (2005a), Fuzzy multi-attribute transportation company selection among the alternatives using axiomatic design and analytic hierarchy process, Information Science ,Vol.170 , Iss.(2-4) , pp.191-210.
52. Kulak ,O. & Kahraman ,C. (2005b) ,Multi-attribute comparison of advanced manufacturing systems using fuzzy vs. crisp axiomatic design approach, International Journal of Production Economics ,Vol.95,No.3 , pp.415-424.
53. Laarhoven, P. J. M. & Pedrycz, W. (1983), A Fuzzy Extension of Satty's Priority Theory, Fuzzy Sets System, Vol.11, No.3, pp.229-241.
54. Lampel, J., Mintzberg H. (1996), Customizing Customization , Sloan Management Reviews, Vol. 38,No.1, pp. 21-30.
55. Lehmann, Donald R. (1971), Evaluating Marketing Strategy in a Multiple Brand Market, Journal of Business Administration, Vol.3, Fall, pp.15-26.
56. Liu, C. Y. & Hsiao, S. W. (2000), Form and texture effects on product image, International Ergonomics Association XIVth Triennial Congress and Human

- Factors and Ergonomics Society, IEA2000/HFES,POS-C, 100-112, San Diego, US.
57. Ma, W.Y., Zhong, Y.M., Yso, S.K. & Zhou, T.X. (2004), A Hierarchically Structured and Constraint-based Data Model for Intuitive and Precise Solid Modeling in a Virtual Reality Environment ,Computer-Aided Design, Vol. 36, pp. 903-928.
 58. Narver, J. & Slater, S. F. (1998) , The Effect of a Market Orientation on Business,Profitability, Journal of Marketing, Oct90, Vol. 54 ,Issue 4,pp.20-36.
 59. Nunes, P. F. & Kambil, A.(2001), Personalization? No Thanks, Harvard Business Review, Vol.79, No.4, pp.32-33.
 60. Pine II, B.J. (1993), Mass Customization: The New Frontier in Business Competition, Harvard Business School Press, Boston.
 61. Peng, Z. & Kirk, T. B. (1999) ,Wear Particle Classification in a Fuzzy Grey System, Wear, Vol. 225-229, pp. 1238-1247.
 62. Pugh S. (1991) ,Total Design: Integrated Methods for Successful Product Engineering, Addison-Wesley, New York.
 63. Rosko, M. D., Devita,M., McKenna, W. F. & Walker L. R. (1985),_Strategic Marketing Applications of Conjoint Analysis: An HMO Perspective, Journal of Health Care Marketing, Vol.5,No.4, Fall, pp.27-38.
 64. Saaty T.L. (1980), The analytic hierarchy process, McGraw-Hill, New York.
 65. Sanchez, R. (1999), Modular Architecture in the Marketing Process, Journal of Marketing, Vol. 63, pp. 92-111.
 66. Stone, R. B., Wood, K. L. & Crawford, R. H. (2000),_Using Quantitative Functional Models to Develop Product Architecture, Design Study, Vol.21: pp.239-260.

67. Suh, N. P. (1990), The Principles of Design, Oxford University Press, New York .
68. Suh, N. P. (1995), Design and operation of large systems, Annals of CIRP Vol.14,No.3 ,pp 203–213.
69. Suh, N. P. (1997), Design of systems, Annals of CIRP ,Vol.46 ,No.(1), pp.75–80.
70. Suh, N. P., Cochran ,D. S., Paulo, C. L. (1998), Manufacturing system design, Annals of the CIRP , Vol.47,No.2, pp.627–639.
71. Suh, N. P. (2001), Axiomatic Design: Advances and Applications, Oxford University Press, New York.
72. Sun, J, Kalenchuk, D.K., Xue, D. & Gu, P.(2000) , Design candidate identification using neural network-based fuzzy reasoning. Robotics and Computer Integrated Manufacturing ,Vol.16, pp.383-396.
73. Sundgren, N., (1999), Introducing Interface Management in New 106 Product Family Development, Journal of Product Innovation Management, Vol. 16, No. 1, pp. 40-51.
74. Sullivan (1987), The Power of Taguchi Methods, Quality Progress, Vol. 20, Iss. 6, pp .76-80.
75. Taguchi, G. (1986), Introduction to Quality Engineering. Asian Productivity Organization,_, Tokyo, Japan. Design Study ,Vol. 21, No. 3, pp. 239-260.
76. Tsai H.C. & Hsiao S.W. (2004), Evaluation of alternatives for product customization using fuzzy logic, Information Sciences,Vol.158,pp. 233-262.
77. Tsai H. C., Hsiao S.W. & Hung F.K.(2006), An image evaluation approach for parameter-based product form and color design, Computer-Aided Design; Vol.38,No.2, pp.157-171.

78. Tsai H.C., Hung C.Y. & Hung F.K.(2007), Computer aided product color design with artificial intelligence, Computer-Aided Design & Applications, Vol.4,No.(1-4), pp.557-564.
79. Tsai H.C. & Chou J.R. (2007), Automatic design support and image evaluation of two-colored products using color association and color harmony scales and genetic algorithm, Computer-Aided Design; Vol.39,No9, pp.818-828.
80. Urban, G. L. & Hauser J. R. (1992), Design and Marketing of New Product II, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
81. Vanegas, L. V. & Labib, A. W. (2005), Fuzzy approaches to evaluation in engineering design, Journal of Mechanical Design ,Vol.127,No.1, pp.24-33.
82. Wang ,J. (1997), A fuzzy outranking method for conceptual design evaluation, International Journal of Production Research , Vol.35,No.4, pp. 995-1010.
83. Wang, J.(2001), Ranking engineering design concepts using a fuzzy outranking preference model, Fuzzy Sets & Systems ,Vol.119, pp.161-170.
84. Wang ,J.(2002), Improved engineering design concept selection using fuzzy sets,International Journal of Computer Integrated Manufacturing ,Vol.15,No.1,pp.18-27.
85. Wittink, D. R. & Cattin, P. (1989). Commercial Use of Conjoint Analysis: An Update, Journal of Marketing, Vol.53, July, pp.91-96.
86. Wu ,S.I. (2001), A Evidence study of the product design method -- An Examination of cell phone,Commerce & Management Quarterly, Vol. 2, No.2, pp. 139-156.
87. Zadeh, L. A. (1965),_Fuzzy Sets,Information and Control, Vol.8, pp. 338-353.

88. Zhang ,J. M., Wei ,X. P. & Wang, J. (2003) , Evaluating design concepts by ranking fuzzy numbers, The Second International Conference on Machine Learning and Cybernetics, Xi-an,China, , Vol 4, pp.2596-2600.

個人簡歷

姓名： 洪飛恭

學歷： 成功大學交通管理科學系學士

成功大學交通管理科學所碩士

南華大學企業管理系管理科學研究所博士

經歷： 裕融食品股份有限公司董事長特別助理

吳鳳工商專校財管組長、課務組長及進修專校校務主任

吳鳳技術學院校長室秘書、推廣教育中心主任

吳鳳科技大學資訊管理系專任講師

現任： 吳鳳科技大學資訊管理系專任講師

著作： 博士班在學期間發表文章

國際期刊論文 (Refereed International Journal Paper)

1. Miao-Sheng Chen ,Fei-Kung Hung, Hung-Cheng Tsai,2010, The Developing of Customer product Recommendation Service System, The Journal of International Management Studies ,Vol 5, pp. 89-98.

2. Miao-Sheng Chen ,Fei-Kung Hung,(2010),Applying Fuzzy Neural Networks and Gray Theory to Construct a Modular Product Customization System , Advanced Materials Research ,Vols. 97-101 pp. 3722-3726. (EV).

3. Hung-Cheng Tsai, Tien-Li Chen, Hung-Jung Tsai ,Fei-Kung Hung , (2010),Computer-Aided Form Generation for Product Design, Advanced Materials Research ,Vols. 97-101 (2010) pp.785-3788. (EV)

4.Hung-Cheng Tsai H-Young Hung, Fei-Kung Hung*.(2008) , Design and Development of a Green Storage Tank for Thermo-Controlled Water Supply, Advances in Science and Technology ,Vol.56, pp334-338.

5. Hung-Cheng Tsai, Chia-Young Hung,Fei-Kung Hung(2007), Computer aided product color design with artificial intelligence, Computer-Aided Design & Applications; 4(1-4), pp.557-564. (EI)

6. Hung-Cheng Tsai, Shih-Wen Hsiao, Fei-Kung Hung ,(2006), An image evaluation approach for parameter-based product form and color design. Computer-Aided Design,38(2), pp.157-171. (SCI)

國內期刊論文

1. 洪飛恭，(2004)，顧客關係導向模組產品決策模型建立之研究，吳鳳學報，第 12 期， 605-616 頁。
2. 洪飛恭、江孟修，(2006)，顧客價值預測模式之研究-以電腦零售業為例，吳鳳學報，第 14 期， 89-108 頁。
3. 洪飛恭，(2009)，大專生使用校園資訊行為之探討-以吳鳳技術學院為例，吳鳳學報，第 17 期， 251-267 頁。
4. 洪飛恭、楊青隆，(2010)，民宿經營與消費者滿意度之研究-以中南部民宿為例，吳鳳學報，第 18 期， 371-336 頁。