

南 華 大 學
應 用 藝 術 與 設 計 學 系 碩 士 班
碩 士 論 文

A Thesis for the Degree of Master of Design
Department of Applied Art and Design the Master's Program
Nanhua University

運用模糊理論於產品評價之研究
The Application of Fuzzy Sets Theory in Product Evaluation

研 究 生：張繼洋
Graduate Student: Chi-Yang Chang
指 導 教 授：林振陽
Advisor: Jenn-Yang Lin

中 華 民 國 一 百 年 六 月

南 華 大 學

應用藝術與設計學系碩士班

碩 士 學 位 論 文

運用模糊理論於產品評價之研究

研究生：張繼洋

經考試合格特此證明

口試委員：蘇世文

林鈞泉

林振鵬

周志榮

指導教授：林振鵬

系主任(所長)：林振鵬

口試日期：中華民國 100 年 6 月 14 日

謝 誌

時間飛逝，轉眼間終將離開南華步入更高的學術殿堂。在南華大學六年的歲月裡，自己不僅獲得許多寶貴知識與技能，也熟識了許多良師益友，隨著論文的進行，老師跟好朋們一直都陪伴在身邊鼓勵與支持著，使得我在學習跟壯大的路途上，一路走來溫馨與踏實。

首先要感謝的，莫過於指導教授林振陽老師，從大學階段值至今日，老師不僅教授我專業智能與社會歷鍊的經驗，更扮演著宛如父親的角色與對我的期望，給予我關懷鼓勵與強大信心，任何學習成長上的機會點，對我都是鼓勵我去實行並信任與支持，才能讓我順利完成論文。感謝口試老師蕭世文教授、林銘泉教授、周志榮教授在百忙中給予我細心的指導與精闢的見解，使得此篇論文更趨於完善。

更感謝郭春在老師、林銘泉老師對我時刻的關心，總在耳邊不厭其煩地提點我論文的撰寫方式與進度；周志榮老師在設計思維的開發與統領能力上的提攜，讓我受益良多；盧俊宏老師、鄭順福老師讓我在專業技能上的磨練與創作，給予極大的鼓勵與自信；周立倫老師更在電腦繪圖技巧與排版上，傳授巧思於其中，更要求我常保年輕的心方能學而不怠；陳文生老師使我在產品造形的掌握度上，培養更為靈敏的認知能力；張伸熙老師的專業技能引領我運用在不同的領域上，做出不同於一般的產品；最後要感謝也是恩師之一的蘇世雄老師，傳授我在陶藝上的能力並教導我為人處世的落落大方；另外，黃群智老師在日常生活上對我的關心與指導，更不失為一位哥哥的風範，雖然我們年齡相差一輪，可是在相處與交談上，卻沒有溝通上的鴻溝，更是位知心的哥哥，於成長壯大的學習路途上有您們的提拔與教誨，方能有現今的我，在此由衷感謝。

對於創設所的同窗好友、創設系的學長姐及學弟妹們、事業上的設計群夥伴們及成大工設系博班的學長姐，由於你們的參與讓我的生活更為豐富與美好，這些回憶是區屬你們的，一輩子終將記於心中。

最後，我最大的感謝要獻給我所敬愛的家人們，謝謝爸媽辛苦的付出與栽培，雖然爺爺奶奶已經於另一個世界修行，但這份榮耀是屬於您們的，沒有您們就沒有繼洋。還有在我心中一直支撐我成長的妳，有妳的存在，讓我更有動力去面對未來。

張繼洋 謹致於

中華民國一百年七月七日

中文摘要

論文題目：運用模糊理論於產品評價之研究

研究生：張繼洋

指導教授：林振陽

電子科技的普及，連帶牽動 3C 產品的持有率與需求不斷提升，各企業都推陳出新多元化的新產品。而使用族群的多元化使得設計師難以掌握使用者對產品真正需求，可能導致產品生命週期的縮減。

本研究選定「智慧型手機 (Smart Phone)」作為目標產品，經由相關文獻與問卷蒐集市面產品與使用者需求屬性，並運用模糊聚類分析來建立層級架構與產品使用評判準則之關聯性，取得「實用機能性」、「經濟價值性」、「造形美感性」、「安全容錯性」及「人因操作性」五組影響需求因子。運用模糊理論於產品評價上，並輔以案例分析來驗證本研究之評價系統的效用性與誤差性，並進行決策準則之擇優評判，確立模糊理論應用在評價上的適確性。

發現智慧型手機不管在任何機型上，在「實用機能性」、「經濟價值性」、「造形美感性」佔有很重大的影響因素存在，而「安全容錯性」及「人因操作性」兩構面，在決策面向上，雖有重要取向其權值卻不如前三者容易評判。故生產者一方須掌握實用性與經濟性重要關鍵外，在造形性上設計師則扮演重要之角色。

關鍵詞：模糊理論、使用性、評價系統

ABSTRACT

Title of Thesis : The Application of Fuzzy Sets Theory in Product Evaluation.

Name of Student : Chi-Yang Chang

Advisor : Jenn-Yang Lin

General prevalence of electronic technology brings up the possessing and demand of 3C products continuously. Many companies in the related industries roll out latest design and diversified products, and the situation makes further diversification of users. One of the problems is with the designer that they have difficulty in touching the heart of users and pinpointing their needs. The results may lead to short product life cycle.

In this research, Smart Phone is targeted and after literature exploration and questionnaire survey for the attributes of products available in the market and of the users. Then Fuzzy Clustering Analysis is applied to establish hierarchical structure and product uses evaluation rules. After the processing and analysis, 5 factors affecting demand are emerged, Practical Function, Economy & Value, Styling Aesthetics, Safety and Fault Tolerance and Human Factor Operability. Fuzzy theory is applied in product evaluation and supported with case analysis to verify the effectiveness and deviation of the evaluation system of this research. Decision making rules are employed to ascertain the appropriateness of applying Fuzzy Theory in evaluation.

It is found that with smart phone, practical functionality, economy & value and styling aesthetics are with heavy weight as far as affecting factor is concern, safety & fault tolerance and human-factor operability, while are very important in decision making, the weights are less than the former three. So, manufacturer shall emphasize on the key factors of practicality and economy, designers are playing important role in styling.

Keywords : Fuzzy Sets, Usability, Evaluation

目 錄

中文摘要	.....	I
英文摘要	.....	II
目 錄	.....	III
表目錄	.....	V
圖目錄	.....	VI
第一章	緒論.....	1
1.1	研究動機.....	1
1.2	問題陳述.....	4
1.3	研究目的.....	5
1.4	研究範圍.....	6
1.5	研究架構.....	7
第二章	文獻探討.....	9
2.1	評價理論.....	9
2.1.1	評價構造析論.....	11
2.1.2	產品評價行為.....	13
2.2	使用性.....	17
2.3	模糊理論.....	20
2.3.1	模糊聚類.....	21
2.3.2	模糊綜合評判法則.....	22
2.3.3	模糊權重.....	26
2.4	研究個案探討.....	30
第三章	研究方法與步驟.....	33
3.1	研究方法途徑.....	33
3.2	研究流程與步驟.....	35
第四章	案例分析.....	40
4.1	智慧型手機之需求選項分析與篩選.....	40
4.2	模糊聚類分析.....	44
4.2.1	建立論域.....	44
4.2.2	模糊關係矩陣.....	45
4.2.3	聚類分析.....	47
4.2.4	模糊聚類群組命名.....	50
4.3	案例說明.....	51
4.3.1	目標產品資料蒐集.....	51

4.3.2	目標產品之評選.....	52
4.3.3	定義問題與建構層級架構.....	53
4.3.4	建立模糊評判矩陣並定義權重.....	53
4.3.5	計算權重與決策選項擇優評價.....	62
第五章	結論與建議.....	66
5.1	研究成果貢獻.....	66
5.2	後續研究建議.....	68
參考文獻	.....	69
附錄一	.....	74
附錄二	.....	77
附錄三	.....	79

表 目 錄

表 2.1	模糊數與其隸屬函數關係表-----	27
表 4.1	智慧型手機使用性與造形性屬性群-----	41
表 4.2	智慧型手機主要需求功能屬性項目群-----	43
表 4.3	模糊屬性聚類結果摘要表-----	48
表 4.4	智慧型手機專家背景-----	54
表 4.5	專家評判模糊語意尺度表-----	55
表 4.6	產品評判之專家模糊評判矩陣-----	56
表 4.7	產品組合模糊評判矩陣 A-----	58
表 4.8	產品組合模糊評判矩陣 S-----	59
表 4.9	產品組合模糊評判矩陣 H-----	60
表 4.10	產品組合模糊評判矩陣 N-----	61
表 4.11	屬性群之模糊平均數-----	63
表 4.12	產品組合群之模糊平均數-----	64

圖目錄

圖 1.1	研究架構圖-----	8
圖 2.1	隸屬函數之三角關係-----	28
圖 2.2	運算結果示意圖-----	29
圖 2.3	智慧型手機構件圖-----	32
圖 3.1	研究流程架構圖-----	37
圖 4.1	手機實驗機種-----	52
圖 4.2	模糊層級架構-----	53

第一章 緒論

1.1 研究動機

面對全球化市場導向的行銷觀點，在快速變動的經濟體系下，產業界不得不重視使用者需求的市場導向，為因應消費者需求的改變，致力於各種方式來尋求提升產品品質，依現代使用者對產品操作期望與生活行為觀點來進行分析，著重於使用者需求為中心感受。然而使用者的需求卻是多變、多元且往往模糊而含義不清，企業欲滿足消費者之多元化需求實屬不易，因此不同產品的設計策略便相繼推出，如要使消費者選購所需之產品，產品使用因素是使用者行為研究不可獲缺的關鍵變數一環，Kolter (1996) 指出滿意度乃所知覺的功能與期望兩者間的差異的函數。於 2005 年 12 月初，由美國伊利諾理工學院 (Illinois Institute of Technology) 的設計學院 (Institute of Design) 與中國國家知識產權局共同在北京舉辦的「新中國市場設計大觀」中，所傳達的重要訊息即是：「使用者經驗是一切創新的根源」。Bob Lutz (2006) 更直接指出創造顧客情感聯想的正是產品設計，而產品設計正是為要解決消費者所帶出的使用性問題而存在。

產品設計在產品設計與開發的過程中，除強化導入設計美學的機制與能力外，即是來自使用者需求係數掌握度的多寡，方能創造出「有價值的差異」滿足顧客需求。「讓使用者滿意的要訣，不在提供多少產品品質與服務，而是能否針對使用者的需要，提供適切的品質，或對使用者最關切的問題，提供問題解決的方法」(劉菊梅，1998)。因此，除自身得具備美學、工學、商學及管理科學的廣泛知識外，在面對競爭激烈、

機能普及、同化嚴重的產品市場，使用者對產品的操作體驗，被認為是產品「品質」中的一部份環節，須瞭解使用者經驗的期望而能提供更多面項專業智能，對追求產品發展，是影響使用者滿意度的屬性之一，也能影響購買決策的關鍵因素。Kotler (1991) 認為滿意的使用者通常會再度消費，愉悅地和其他人討論產品，使消費行為有高度正面影響 (盧居福，1998)。因此，產品的品質需以消費者的使用需求觀點為出發。

設計是提供產品與服務最佳潛力的定位，然而如何求得一件設計優良且具經濟價值的潛力產品，最重要的仍然必須運用科學方法去評價測度一件產品的成功與否。近年來企業面臨原物料的波動、消費者行為的改變及同業間的競爭與市場區隔，導致每一次的產品開發案都攸關著企業的生存發展，所以企業在新產品開發上的考量與判斷更為謹慎。通常企業在評選新產品開發構想時，設計師只會被告知評估結果，並不會被告原因與理由，導致設計師無法累積設計經驗，造成錯誤發生。而優良的產品設計與開發是工業設計師的使命，設計者在設計產品時，應配合國家的經濟發展、社會的需要、使用者的需求觀點並根據產品評價分析進行設計，使所設計之產品與使用者達成和諧 (林振陽，1984)。

消費者在購買商品之前會仔細收集許多產品流通資訊與查閱相關評論，以期降低不確定性；產品的選購及消費是一個動態且連續的過程，正是消費者在主觀上無法確定採取何種最能滿足或配合其需求水準時，所引發的決策動作，適合企業進行開發的產品，通常並非是最完美的產品；許多設計師為求產品的完美，所提出的產品構想通常是極富創意且最高規格的功能，但這樣的構想往往是超越企業能力且偏離企業的開發目標，以致無法符合企業需求，以致於超額的成本轉嫁於消費者身上，超越消費者所能負擔的消費金額上限，進而使產品生命週期降低，於此

設計師只要能適當符合消費者需求，方能建立企業與消費者的溝通橋梁，而當產品在 Deta 版時，若能有效滿足真實使用者追求產品理想境界（Desired State）評測，如：實用性、造形性、安全性、經濟性、操作性等，不但能減少廣告支出並可將產品銷售延伸，而此在產品開發初期通常稱之為「模糊的前置作業」（Fuzzy Front End）（Vogel，2006）。

像紐巴倫先進產品團隊卡普蘭（Josh Kaplan）就走透全國，甚至跟不同的消費先驅一起跑步，掌握可大幅提升使用者經驗的細節；惠而浦設計師會進行客服電訪，瞭解顧客使用產品的詳情及如何改進，連副總瓊斯也親身參與；RedZone 機器人公司執行長克羅斯及工程師曾花好幾天到修理地下水道現場觀察工作人員如何使用設備，以及如何改善設備才能達到理想的操作經驗。

產品開發初期是根據深入的使用者分析，而不是以既定事實來擬定標準，從各種角度檢視自我，掌握本身產品優勢及缺點，還能幫助使用者釐清正負面影響，以及調整產品設計，降低負面影響，不是等上市後再加以修正，高昂費用都將會嚴重影響公司獲利表現與消費者對產品使用後之觀感，進而喪失購買慾望及消費掉對公司之信任度。總體而言，深入探究消費者操作習慣及其使用分析，是對產品開發前期重要之市場決策，更是攸關產品生命週期之延續，也是本研究所強欲探究之重點。

1.2 問題陳述

經由上述之探討，為有效幫助使用者挑選滿意之產品，除讓產品具有獨特性外，尚兼顧使用者隱性且模糊的需求，在市場調查、企業與設計師間，可探討出一些在產品設計鏈與使用者間的問題點：

1. 企業由管理階級、各部以致於個人，各自各司其職；由於立場、觀點與切入角度不同，易使意見不易整合難免有所分歧，在觀念整合上，時間成本的花費不免有所浪費。
2. 設計師考量新產品開發的階段，並未洞察各層次使用者的操作需求，無法全然理解消費者所期望之產品（Expected Product），為符合製造開發流程上之便利性常更改設計師原本構想設計，一來一往造成使用需求與設計相互背離初衷，導致所提出的產品操作不符合使用者的期望，使產品超越企業方面所能期待的能力，導致產品生命週期減少與降低對公司的信賴度。
3. 消費者的在選購產品時，往往無法明確表達需求，這可能造成消費者與設計師間對產品操作認知的差異。
4. 在評估設計構想的過程中沒有一套準則，無法清楚掌握到產品操作係數，亦沒有結果回饋給設計師，使設計師無法有效累積經驗，如此設計師所提出之方案須經過多次修正，在認知往返上造成時間的浪費與成本的增加，也提昇設計錯誤率的產生亦無利於使用者提高產品使用性效益。

1.3 研究目的

於此所述之問題點，設計師在產品開發前期須洞悉各層次使用者的操作需要，或對使用者最關切的問題，提供問題解決的方法，從微觀到宏觀的角度看待產品本身的使用效益性，針對使用者的需求，提供適切的品質，找出最符合且具經濟效益的產品組合，達成企業與消費者的雙贏局面，並供設計師在產品設計價值判斷過程上，有所遵循之方向。在此，本研究即以模糊理論做為產品開發的設計評價，包括產品的實用性、造形性、安全性、經濟性及操作性，探求模糊理論應用於產品設計的適確性，以求如下的研究目的。

1. 藉由電子產品之操作說明書、網站搜尋產品資訊及問卷調查方式來蒐集使用者對產品使用因子之界定，並釐清使用者對於產品使用性之影響因子，作為產品定位與品質改善優先順序，推導設計準則之方向，達到使用者滿意度有效提升之目標。
2. 一般的權重平均係數運算之結果是屬於準確性之數值，「精準」、「絕對」、「一定」並不能永遠代表所有的人事物，故對於人之感性程度差異並非能達到最完美之詮釋，因此用語間才会有「大概」、「大約」、「差不多」等的感性模糊詞彙產生，因此運用模糊理論中之模糊權重平均技術（Fuzzy Weighted Average Techniques, FWA），便能對此模糊區間有所包容，以模糊聚類各項喜好度資料(Preference Information)，並對決策選項進行擇優評價。
3. 確定各項評價準則，酌取各大競賽如德國 iF、美國 IDEA、日本 G-mark、韓國 Good Design 與世界通用設計規範的使用性規範，統

整建立一適用於產品評價之度量層級結構，並以智慧型手機作為評價準則之驗證。

4. 探求以模糊理論對產品實用性、造形性、安全性、經濟性及操作性之評價適確性。

1.4 研究範圍

本研究所探討以產品評價包涵產品的實用性、造形性、安全性、經濟性及操作性為主。同時本研究以產品使用者直觀評價為主，是以實體模型呈現為測試刺激，以取得相關參數的評價結果。

1. 研究探討之評價項目，僅針對產品使用性所誘發之主觀反應為主，在有關滿意度之評價則是針對使用者在操作上靈敏程度與便利性之滿意度與影響其購買因子為主，其餘項目並未加以多加討論。
2. 利用產品實機為受測刺激實驗之測試，以確立評價項目之準確性。
3. 本研究評價是以產品操作與需求結構關係為主，將不包含產品的「表面質感」、「色彩」與「質量」。
4. 測試刺激中排除品牌或任何引起強烈品牌聯想的要素，以避免其對使用者反應與使用性滿意度評價之間關係分析的干擾。

1.5 研究架構

本研究架構，於第一章描述本研究的背景與相關問題陳述，藉此說明本研究欲發展之方向。第二章針對本研究相關文獻探討，評價準則之建立、產品設計之關係層級分析、模糊綜合評判技術在使用者需求之評估應用。第三章則為研究目的、研究之方法途徑、研究發展之流程與步驟。本研究自第四章發展並執行研究流程圖中之步驟，並以案列方式進行評價系統建構之說明。第五章相關資訊則為：運行模糊綜合評判分析。第六章為本研究整體結論與建議。本研究架構圖，如圖 1.1 所示。



圖 1.1 研究架構圖

第二章 文獻探討

本研究主要以模糊理論之論點，分析評估消費者對產品評價需求，其分析評估可提供設計師進行產品開發時的參考，確立可行之方法。在規劃模糊聚類的產品準則上，準則的分類則有定量和定性之分；模糊理論有許多研究領域和方法，應用層面相當的廣泛，因需考量定性和定量因素，且因素間也有不同之重要性，因此適合以模糊理論中的「模糊綜合評判」模式來作使用者操作上之評價分析，並以模糊權重進行擇優評價，以作為本研究重要設計發展取向。

2.1 評價理論

評價 (Evaluation) 是對所選定之評價對象所判斷的過程，本質上評價過程是一個具綜合計算、觀察和諮詢等方法的一個複合性分析過程。是以問題定義的觀點，來慎重研究問題的各種解決方法 (游萬來, 1992)。依百度百科 (Saidu) 解釋, Bloom 將評價做為人類思考和認知過程的等集結構 (Hierarchical Organization) 模型中最基本的因素，根據在人類認知處理過程的模型中，評價和思考是最為複雜的兩項認知活動，他認為「評價就是對一定的想法 (Ideas)、方法 (Methods) 和材料 (Material)」等做出的價值判斷過程，但由於問題本身是動態而非靜態，相形下使決策更形複雜。然評價是依循某些標準 (Criteria) 對事物的準確性、實效性、經濟性以及滿意度等所訂出的準則進行評估之過程，運用系統化的決定事物或觀察現象的價值與重要性，其涉及某些不確定性與不準確性的人類感知闡釋 (Human Perceptual Interpretation)，由於這

些感知闡釋通常具有非量化 (Non-quantifiable)、主觀 (Subjective) 與個人喜好 (Affect-based) 等屬性，它牽涉到人類的行為，不易以一般研究方法做客觀性探索。松田正一先生 (1971)，對人類系統性的述說提到「所謂人類系統要素...人之自律行動，依照學習或創造的能力，不僅能改變自己的行動特性，更進一步地擴大開拓新的行動領域，依通信從外部取得情報，並傳送情報」(林振陽，1984)。闡明關係概念所構成之評價物體，是根據人類對自律系統之掌握來支配並調整個體之判定，以作為評價系統之構造與判斷決策的過程。

評價方法可分為四類：(1) 專家評估。由專家根據本人的知識和經驗直接判斷來進行評價，常用的有特爾斐法、評分法、表決法和檢查表法等。(2) 技術經濟評估。以價值的各種表現形式來計算系統的效益而達到評價的目的，如淨現值法 (NPV 法)、利潤指數法 (PI 法)、內部報酬率法 (IRR 法) 和索別爾曼法等。(3) 模型評估。用數學模型在計算機上仿真來進行評價，如可採用系統動力學模型、投入產出模型、計量經濟模型和經濟控制論模型等數學模型。(4) 系統分析。對系統各方面進行定量和定性的分析來進行評估，如效益分析、決策分析、風險分析、靈敏度分析、可行性分析和可靠性分析等 (方永綏等，1980)。而潛在解決的評價方法其步驟分為：(1) 構想：說明潛在的解決，將各種構想分組與分類；(2) 修正：列出必要的修正點，剔除不可能的或不理想的構想；(3) 優點：列出優點並預估效用，若缺乏有意義之優點，則此構想剔除；(4) 缺點：列出缺點，若缺點大於優點，則剔除此構想；(5) 追加：檢討組合剩下的構想，深入地調查、完整地發展構想，說明解決方法並預見困難點 (游萬來，1992)。因此，評價技術的應用，藉由定量與定性綜合分析，更能輔佐消費者瞭解對於需求產品使用性程度的精確掌

握。

綜合多方面的因素，所謂評價是將其所賦予之價值集合為一群體，根據價值因子配列組合顯示而產生之形態，通過評價者 (Evaluators) 直觀評價事物的各方面，根據評價標準進行量化和非量化的測量過程，最終得出可靠地且具邏輯地結論。所謂評價者也稱為評估之人，主要是對某事物進行評價的主觀能動體。人類擁有系統性評價則出自於自律的行動，具有固定性 (Rigidity)、任意性 (Arbitrariness) (Wiener, 1950) 地學習與溝通之行為，確切地闡述自身認知之活動。

2.1.1 評價構造析論

透過上述對評價構造因素的分析，對產品品質的評價不外乎採用主觀判斷—非計量性評價法、數學運算—計量性評價法計量性評價法以及近代發展的模糊綜合評判法。(1) 主觀判斷—非計量性評價法：產品評價因素中，美學機能、生理機能、心理機能皆屬於主觀性判斷，常用語意差異 (Semantic Differential; SD) 評價，此種方法是以特定項目在一定的評價尺度內做出重要性的主觀判斷。一般將概念或意念在可判斷的範圍內進行表達，以語言、文字及圖片直接呈現，然後再適當的評價尺度內，擬訂一系列形容詞語彙供評判時參考。分析、類比評價法則是運用在系統化的工業產品上，將評價產品與同屬性之樣品進行分析、類比。對待評產品進行逐項評分，按照總平均值確定產品的美學機能、生理機能中人機工程的問題。在評價產品品質時，對於機能品質低劣、操作不便之產品，要研究有關資料，可利用提問法對設計師、生產者、銷售者、使用者進行詢問，以掌握產品品質的各項數據。(2) 數學運算—計量性評價法：因素分析法在建構綜合評價值時，涉及到的權重都是由數學變

換中伴隨而成，且具體過程在數學上都有嚴格的邏輯性(周國強，2002)。

(3) 模糊綜合評判法是將模糊數學應用於多目標綜合評價之中，以解決評價問題中存在的模糊性，從一定程度上消除評價主體的主觀性。於此，在評判的標準上，人類對於評判準則具有一定地模糊區域，運用模糊綜合評判更能適確地包容此模糊區間。

許多國家也均有產品評價評選活動，例如英國、德國偏重於工業產品；美國著重於環境設計、平面設計；日本評價範圍較為廣泛，其中以醫學、住宅環境與交通工具頗具特色；韓國則以小型產品，家用電器、玩具和休閒用品居多。這些評價標準大都以獨創性、新穎性、優良造形性、安全性以及使用性為主，而現今市場上環境、服務、維修等大面向之宏觀思維也開始日漸受到重視及相互競逐。

德國工業設計獎 (iF Award)，其評價標準為：(1) 實用性：符合使用目的之舒適性及完美的機能性；(2) 安全性、保全性；(3) 耐久性、有效性、使用性；(4) 注重人體工學：操作簡單、有可續性、適當的操作高度及有效的操作性等；(5) 設計、技術的獨創性與防止仿冒；(6) 協調環境；(7) 低公害性、節約能源、減少廢棄物與資源再利用；(8) 操作機能視覺化：產品外觀能展現出產品及零件的使用方法或機能作用；(9) 提升設計品質：內部結構安全穩定，機構設計原理明確化；能將造形、重量、尺寸、色彩、材質、局部或整體的平面設計清楚的標註；將形態變更、對比、平衡、構想圖等設計要素正確表達出來；零件的更換性、組裝配合兼具美感；防止視覺障礙 (過度刺激、幻覺、誤認)；設計應重視製造流程與目的、能合理應用材料；(10) 啟發智慧與感性：能吸引使用者，激發其好奇心、有趣味性，能提高娛樂效果與創造力、產生與人類共鳴之頻率形狀。美國傑出工業設計獎 (IDEA)，由美國工業設

計師協會 (IDSA) 主辦，評價標準為：(1) 具有設計新創意；(2) 有益於使用者；(3) 有益於顧客；(4) 合適的材料、高效能的生產率與低成本；(5) 外觀足以吸引客群；(6) 具有明確的社會影響力。日本則是由產業設計振興會 (JIDPO) 舉辦，優秀設計產品授予 G-mark，其評價標準：(1) 外觀：以形狀、色彩、圖案等要素構成綜合性美感，且獨具創意性；(2) 機能：充分具有滿足產品使用目的的合理機能、使用方便、易於保管；(3) 品質：有效利用適當材料、滿足產品的品質要求 (包含售後服務是否健全可靠)；(4) 安全性：充分考量到產品的安全性能；(5) 其他：適當產量、價格合理性。而韓國所舉行的 Good Design 則是由韓國包裝設計中心所主辦，評價標準為：(1) 外觀設計；(2) 機能性(使用性)；(3) 安全性；(4) 品質；(5) 價格合理。

綜合以上各競賽評選中心要素，不難發覺到除產品外觀、人因、安全、合理、品質、環境、價格等因素，尚有機能上之使用性做為產品設計著重之要點，故要使產品生命週期得以延續，需在產品設計前期做到分析使用者在操作上的使用行為與操作需求之研究。

2.1.2 產品評價行為

對產品概念的認識，有不斷發展與深化的過程存在，在 20 世紀 80 年代前期，人們認為產品只是有形的物品，即是產品的實體部分就能概括全部意涵，此思維是對產品概念已完全物化的理解，僅只反映消費者對產品需求最初始和表面的認知 (Cognition)，或者也可說是從生產者的角度去認識和理解產品，已被認為只是片面與不準確之認知。人類與產品間關係為何，在現代經濟生活中，產品是關係生產者與消費者、企業與客戶的紐帶，日常生活中所接觸到許許多多的產品中均可視出端倪，

使用者在購買和使用產品之後，對商品的主觀評價和產品的客觀操作上，實際上總會存在產生一定的差距，可分為正差距及負差距，皆因產品都有其優缺點，通常消費者在購買時往往只注重其優點，而購買後則聚焦於產品缺失之處，在認知中所產生出不同程度的差異性，當別的同類產品更具吸引力時，消費者就對其所購產品不滿意度則越大。於此，兩者使用間的相互關係，其多樣性、複雜性之廣，則可利用模糊理論來處理產品決策之權重要項（蕭世文，1998）。由此可知，在產品設計中其產品設計之中心問題，即是產品與人類有著密切的、相互的關係存在，此關係被提昇為考慮的對象與設計的重要要素。

近代產品評價理念常被應用在產品設計上，而工業產品評價方法，是以產品之安全性、機能性與物理性為中心思考，以評價其所開發的產品之優良係數與價值程度；所謂優良產品之所以稱為優良者，乃得以將產品推介於使用者，使「人與物」間發生賓主關係，此出發點正是引領後續產品產生系統化、科學化的「產品評價」方法和手段（林振陽，1984），然而科學概念即是學習「產品創新設計」的知識體，從認識科學、使用科學到管理科技、研發科技、評判，都是包括在其領域範疇之內，是結合初期、中期與後期層次面為一體的綜合性評判。如何掌握使用者對產品的操作係數，則要以微觀推及至宏觀的角度來瞭解消費者對產品操作行為的情況，找出每個層次所涉及的比率，如此便能準確地掌握使用需求對產品選購的真正影響為何。

以使用者的觀點來做為思考中心，可發現使用者並非要所有條件都為最佳的產品，只要足以讓他們感到愉悅即可。然而使用者對於產品評價是一多屬性/準則決策之行為，是一權衡取捨（Trade-off）的難題（陳俊智，2008），如此一來，瞭解產品性質與顧客需求間之關係即為首要面

對之課題。使用者對產品品質的認知與要求，從物理面品質的強調，例如：耐用度、操作性、功能性等，逐漸地轉向對於產品的直覺性反應、滿意程度等的心理層面品質（楊錦洲，1993）。Jordan（2000）對照 Maslow（1987）提出的人類需求層級（Hierarchy of Human Needs）動機理論，提出產品需求的三個層級：從機能性（Functionality）的基本需求，到使用性（Usability）的進階需求，最終轉向對愉悅性（Pleasure）的精神需求；明確道出使用者對產品的期待性，從實用性層面轉變向情感性的需求，影響消費者購買的趨勢。故作為產品使用性效益調查的準則，應要以客觀的科學方法，依循產品的使用性機能，分析產品多面性的價值，以確認產品的優劣及設計開發的價值度。市場行銷管理專家 Kotler（1988）所提出的產品三層次結構理論：使用者在選購和消費產品上，須有先滿足其自身的使用價值，即是產品的核心利益（Corebenefit）；其次為尋求具備這些使用價值的實物形態，所謂的一般產品（Generic Product），包含名牌、款示、種類、包裝等；再來則是尋找和選購的過程中，逐步形成地產品屬性、功能性認知及心理需求，這就是最終的期望產品（Expected Product）。因此，期望產品可以解釋為對核心利益與一般產品的最終需求，如價格要求、屬性要求、使用性要求等，此三層次面向是相互且具有高度關聯性的有機整體。

Kotler 的三層次結構理論恰好地反映出消費者需求的多層次性質，特別是解釋了消費需求的動機，及實體產品與服務間密不可分的重要性。可是在產品三層次理論的論點上，仍未擺脫決策者在產品效用和價值形成決策過程中的主導地位，更多的作用則是在引導生產者與設計師根據使用者的需求去設計產品與服務。任何科學理論都有一個不斷發展與演進的過程，不可能一蹴可幾，1994 年 Kotler 於修訂版中，將產品概念的

內涵由三層次結構理論擴展為五層次結構理論，其包括核心利益、一般產品、期望產品、擴大產品 (Augmented Product) 以及潛在產品 (Potential Product)。即是在現代產品設計日趨完善的狀況下，使用者在尋找或購買產品的過程中，發現產品帶有超出自身期望的附加價值時，稱為擴大產品；在購買或消費選定產品時，發現買賣雙方未曾發現的效用和使用價值時，稱之為潛在產品。此多層次需求性質，更為完整地詮釋出產品對於使用者的最終效益。

人類基於產品品質的知覺，形成不同的認知與情感 (Affect) 反應，繼而產生的行為 (Behavior)，以達到設計訊息傳達的目的 (Crilly et al., 2004)。就以人類之特性和產品對應之機能，人類的視覺、觸覺是依據知覺、感覺的反應，做為評價的對象 (林振陽，1984)。而大小及排列的順序、實用性被導入，特別是排列順序要素，在人類的理論思考中，簡便地操作對象與順序，其行為動機更適合於做為評價對象。人類在使用產品的目的在於能滿足自身的需求，通常意識形態的滿足是最為接近人類的概念，再以產品概念之價值對應來看，機能的形成做為產品的配合要素是必要的，而同一個機能也做為若干配合變化來看，這個要素的配合方法即為概念。於此，產品的認知行為，機能的取決要素則是不可或缺的一環。

具體而言，以產品的機能概念來對產品進行評價，其評價因素包括產品的工學機能、美學機能、生理機能、心理機能與經濟機能等使用性方面。單獨依賴元件形態，不能完整地解釋人類的認知行為，產品中元件與元件間的構成關係 (Composition)，也扮演了重要角色。使用者對接收訊息的判斷，產生認知的反應，包括了：美感印象 (Aesthetic Impression)、語意詮釋 (Semantic Interpretation) 與象徵聯想 (Symbolic Association)。

美感印象，是使用者對於產品造形的感知，產生了具吸引力或不具吸引力的感官（Sensory）反應；語意詮釋，是有關產品所傳達出的機能性（Functionality）、使用形式（Mode-of-use）與品質等有關行為的（Behavioural）認知反應；象徵聯想，則是有關產品所傳達出的社會象徵，以表現出產品使用者或擁有者的特質等有關意義（Meaning）解讀的反應。這些反應都是屬於產品的心理品質，會因使用者對先前知能的認識與文化元素區隔有所差異，而產生不同的認知反應。

而簡單地分析人與產品間相互關係可區分成意識、價值、評價、方法、機能等五個概念模式所發展而出。在當前消費爆炸的時代，涉及機能、品質、美感、操作等評價，在使用者綜合對於產品的使用與認知反應後，形成對產品的接近（Approach）與避免（Avoid）認知行為，深深影響是否購買及是否使用產品的消費決策。產品是一個內涵豐富且具動態和有生命的概念，使用者在效用形成和價值判斷中具有決定性的主導作用，產品效用的形成與價值的實現間具有雙向的互動性，故而審視產品的真正內涵，分析其效用與價值評價就有其重要意義存在，正是本研究欲探究之方針。

2.2 使用性

自從 90 年代使用性工程被提及起，從介面性產品與資訊系統設計等，廣泛的進行探討與分析應用，國際標準組織（International Standard Organization, ISO）也將使用性工程定義為一種產品可被具體使用者操作，以達成實際的使用效率、目的及效益度。使用者（人）是設計的最後仲裁者（陳國祥，2006），找出一種分解模式（Decompositional Model），以

分析產品或服務相關的利害層級屬性的價值，來探討使用者的需求偏好，以取得產品屬性水準的評價效用值。Preece (1998) 提及目前有許多途徑可以做使用性分析評估。最常被引用提及的是「使用性工程」(Usability Engineering) 與情境調查 (Contextual Inquiry) 兩種途徑。觀察敏銳的設計者即可從微觀到宏觀的脈絡，洞察各層次使用者的需求，是目前產品開發流程的最重要關鍵 (Vogel, 2006)，提供必要的分析及說明，可讓產品開發人員進一步預測使用者反應係數，並據此設計產品，清楚掌握產品的角色及優勢，也是傑出產品開發人員會考量的部分。

世界知名設計公司 IDEO 提出一套應用於發展設計之使用性程序，共分為五個階段：(1) 瞭解 (Understand)；(2) 觀察 (Observe)；(3) 視覺化與預測 (Visualize & Predict)；(4) 評估與再定義 (Evaluate & Refine)；(5) 實行 (Implement) (吳亞仁，2008)。建議以設計師角度想像使用者假想狀況進行「情境分析」，並對於產品使用性不佳的部份，依據測試的結果進行修改，繼而提出設計改善方案。使用性注重的是產品本身的效益及能否輔助使用者達成其滿意度，Nielsen (2005) 便提出評估系統的使用性方針，並非只探討單一向度而是提出十個主要使用性原則評估方法：

1. 系統狀態可視性：在適當的時機提供適切的回饋，系統需持續讓使用者掌握系統狀況。
2. 符合真實世界：系統應用真實的話語，採用使用者熟悉的語彙，依照真實情況的慣例使資料庫合乎邏輯性。
3. 控制和自由度：使用者選到錯誤的系統功能時能清楚標示以省略繁瑣的操作直接退出。
4. 一致性與標準：同件事情不要使用不同指令、情況獲是動作，以避免

使用者產生疑惑。

5. 預防錯誤率：避免使用者容易發生錯誤的系統設計。
6. 直覺性設計：使目標、動作和選擇性操作，使使用者記憶負荷降到最低。在需要時，系統上使用說明須清楚標示與便於取得。
7. 彈性使用與效率：快速建設計可加速專家操作，使得系統能適用於無經驗及有經驗之使用者。
8. 美學與極簡設計：避免使用極少或是不適當之訊息。
9. 易於辨識、判斷和錯誤修正：錯誤訊息應以簡單的語言來表達，精確地指出問題並提出有建設性的修正方案。
10. 幫助及使用說明：資料可易於搜索，提供可依循的具體步驟。

Shackel (1991) 認為使用性工程可以透過量測方式以取得更為明確且有量化的數據，進而提出可學習性、效率性、適應性、態度評量四層構面來量化使用性定義。

因此設計師與企業在進行新產品開發前就必需將彼此間對新產品的認知進行整合，以求最小之認知差異，如能在產品開發初期階段，將所有使用者的反應列入考量，所設計的產品就能預先避免潛在的瑕疵存在，而不是等產品上市後再加以修正，才可避免開發時間及成本的浪費與錯誤設計的情況產生。產品延遲的代價可能是負面的產品評價或公司口碑，又或是重新設計、改裝設備及重新製造產品等高昂費用，此情況都將影響成熟企業的獲利表現。情境模擬可以協助設計師建立層級分析，並想像使用者操作之情況，進一步預測產品對人類生活的影響性，尚可釐清正負面之關係，藉此回饋幫助設計師從中調整產品的需求設計，以期降低負面之影響性，產品設計團隊才能瞭解並重新評估每件產品是否達使用者之滿意程度。

若能成功分析層級關係之利害性，將此價值導向產品開發流程以期提升成功機率與生命週期，方能達成使用者之期望產品以至於擴大產品或是潛在產品的產生。

2.3 模糊理論

模糊理論 (Fuzzy Sets Theory) 首先於 1965 年由 L. A. Zadeh 教授所提出模糊集合論，此後在多位研究者共同建構出模糊邏輯(Fuzzy Logic) 及模糊測量理論(Fuzzy Measure)，模糊理論就是以此為中心所發展而成。傳統普通集合是現代數學的基礎，但都是基於二值邏輯，不是 0 就是 1，也就是所謂的「非此即彼」，不符合現實生活中常常存在「亦此亦彼」的模糊現象，也就是介於 0 與 1 之間的任何數值。模糊邏輯是將存在於真實世界中的模糊現象使之數學化的一門邊緣科學，因其非二元化的運算規則，非常適合用來處理現實生活中不精確與非定量的模糊現象，允許「是否屬於中間的中間狀態」，以隸屬函數概念代表模糊集合，允許領域中存在「非完全屬於」和「非完全不屬於」等集合情況，即為相對屬於的概念，並將「屬於概念量化」，承認領域裡不同元素對於同一集合有著不同的隸屬度，使模糊集合可以擁有無限多種隸屬函數 (Membership Functions)。模糊化的優點在於最佳的推廣性、錯誤容許性，以及更適合用在真實世界的非線性系統上 (林振陽，2009)，對於評判、聚類、分析皆有很好的展現與應用層面，對此，模糊理論之觀點在評價系統上的應用，更能確切地表達使用者隱性且模糊的內心需求。

模糊理論的應用普遍著重於人類感覺經驗與問題特性掌握的程度，因此較能明確處理感覺曖昧不明的部分，所以便以模糊理論作為架構，

經由模糊理論中模糊集合及運算概念，轉換為可標準化讀取使用的數值資訊。如今各種模糊理論應用已延伸到各個領域，包括人工智慧 (Artificial Intelligence, AI)、專家系統 (Expert System, ES)、影像處理、決策支援、管理科學等，更是本研究運用模糊理論之論述重點所在。

2.3.1 模糊聚類

當聚類涉及模糊界線時，模糊聚類是一種多元分析的數學方法，以定量方式確定樣本的親疏關係，從而客觀地劃分類型。聚類方式尚可分為系統聚類法與逐步聚類法兩種形式。系統聚類法是基於模糊等價關係的模糊聚類分析法，聚類分析法中可運用等價關係對樣本集進行聚類， x 與 y 為樣本集中兩元素，若 xRy 或 $(x, y) \in R$ ， R 為樣本集等價關係，則 x 和 y 將併為一類，反則 x 和 y 不屬於同一類。

$$S_\alpha = \{(x, y) \mid \mu_{\tilde{S}}(x, y) \geq \alpha ; x, y \in X\} \quad (2.1)$$

其中 X 為樣本集； S_α 為 X 上等價關係； $\mu_{\tilde{S}}$ 為隸屬函數； $\sigma \in [0, 1]$ 。此聚類稱為 σ 水平聚類，而此種分類方法與 σ 的值大小有關，越大則分的類數越多，反之則越少，此方法優點在於可依實際需要選取 σ 值，以便取得適合的分類。

逐步聚類法則是基於模糊劃分的模糊聚類分析，是預先設定好待分類之樣本應劃分成幾類，然後依照最優化原則進行再分類，經多次劃分直到分類合理為止。若樣本集有 n 個樣本要分成 m 類，則其模糊劃分矩陣為：

$$t = \frac{1}{\lambda} \ln \left(\frac{\lambda}{\lambda} \cdot \frac{^{40}\text{Ar}}{^{40}\text{K}} + 1 \right) \quad (2.2)$$

其 $m \times n$ 模糊劃分矩陣具有下列特性：(1) $U_{ij} \in [0,1]$ ， $i=1, \dots, m$ ； $j=1, \dots, n$ (2) $\sum_{i=1}^m U_{ij}=1$ ， $j=1, \dots, n$ ，即為每一樣本屬於各類隸屬度之和為 1 (3) $\sum_{j=1}^n U_{ij} > 0$ ， $i=1, \dots, m$ ，即每一類模糊子集皆不是空子集。模糊劃分矩陣其分類標準是樣本與聚類中心的最小距離平方和，因為每一樣本是由不同隸屬度所區分類組，應同時考量每一類間的聚類中心距離。

在本研究當中，則是以系統聚類法作為研究的聚類取向，可依實質影響因子的類數，調整實驗的決策因子，其具有高度的應用與彈性，正是作者選用的重要決策要素。

2.3.2 模糊綜合評判法則

模糊綜合評判模型 (Fuzzy Synthetic Evaluation Model) 是種根據所給的評價標準和實測值，經過模糊變換後對事物做出評價的一種模糊數學方法。在評價事物的過程中，評判是按照指定的條件對事物優劣進行評比、判定；綜合則是指評判條件包含多個相關因素(區奕勤，1991)；闕頌廉認為同一事物具有多種屬性(Attribute)關係，所處理的主要問題對受到多個因素影響的事物做出全面綜合性評價，務求按照指定的評判條件對每個對象，賦予一個實數值作為綜評的指標，使得綜評指標的大小反映全面評價的高低，若是在評判過程涉及模糊因素，便稱之為模糊綜合評判。

模糊綜合評判主要分為二步驟。步驟一：先按每個因素單獨評判；步驟二：再對所有因素綜合評判(闕頌廉，2001)。(1) 建立因素集 U ：因素集以決策（評價）系統中影響評判對象之各種因素為元素所組成的集合，通常以 U 來示之，即 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$ ， u_i ($i=1, 2, \dots, m$) 代表各影響因素。這些因素通常具有不同程度的模糊性，對因素集 U 有兩種可能性，即是 $u_i \in U$ 或 $u_i \notin U$ ；(2) 建立權重集：因素集 U 中各因素所影響系統程度皆不一，為反映各因素之重要程度，採用因子分析法所賦予的一相對權數 a_i ($i=1, 2, \dots, m$)，由各權數所組成之集合 $\tilde{A} = (a_1, a_2, \dots, a_m)$ 稱為因素權重集；(3) 建立評判集 V ：評判集是評判者對評判對象所做出各類總值評判結果所組成的集合，即 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ ， v_i ($i=1, 2, \dots, n$) 代表各種可能的評價結果，其目的即是在評價集中取一最佳結果；(4) 單因素模糊評判：單獨從一因素進行評判，以確認評判對象對評判集元素之隸屬程度，評判對象按因素集中第 i 個因素進行評判，對評價集中第 j 個元素 v_j 的隸屬程度為 r_{ij} ，則按第 i 個因素 u_i 評判結果，而將其排列組成矩陣，稱之為評判（決策）矩陣 R ；(5) 模糊綜合評判：單因素模糊評判，僅反映一個因素對評判對象之影響，若綜合考慮所有因素之影響，而探究出正確評判結果，就需要模糊綜合評判。從單因素矩陣可看出 R 之第 i 行，反映出第 i 個因素影響評判對象，取各個評價元素程度； R 之第 j 列，則反映出所有因素影響評判對象第 j 個評價元素程度，因此可運用每列元素之和來反映所有因素的綜合影響。

$$B_j = \sum_{i=1}^m r_{ij} \quad (2.3)$$

若考量各因素間的重要程度，對 r_{ij} 施以相對因素權重 a_i ($i=1,2,\dots,m$) 則能合理地反映所有因素之綜合影響。因此可以示為 $B=A \circ R$ ，即

$$B = (a_1, a_2, \dots, a_m) \circ \begin{bmatrix} r_{11} & \cdots & r_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix} = (b_1, b_2, \dots, b_n) \quad (2.4)$$

；(6) 評判標準的處理：評判結果各因素值超過 1 時，必須歸一化處理。利用模糊數學將模糊訊息定量化過程，從而對多因素進行定量評價與決策，就是模糊評價亦是模糊決策。

評判對象集 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ ， v_i ($i=1,2,\dots,m$) 代表評判者對評判物所做出各種可能的總評判結果。在進行綜合評判過程中，首先以指定的評判條件為準繩，選擇合適的因素組成因素集 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ ， u_j ($j=1,2,\dots,n$)， U 必須如實反映評判條件的各個面向。在此基礎上對每個對象作單因素評判，及是對序偶 (v_i, u_j) 賦以指標 $r_{ij} \in [0, 1]$ ， r_{ij} 的大小是衡量對象 v_i 適合因素 u_j 的尺度。這些單因素指標則構成指標矩陣 $R \in (V \times U)$ ，指標矩陣的第 i 個行向量 $(r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{in}) \in [0, 1]^n$ 也可以視為 U 上的一個模糊集。刻劃了對象 v_i 的特性(區奕勤等，1991)。 (V, U, R) 則構成一組模糊綜合評判模型。

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & \cdots & r_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (2.5)$$

確定綜評函數 $f: [0, 1]^n \rightarrow R$ 。 $E(v_i) = f(r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{in})$, $i=1, 2, \dots, m$ 。
 $E(v_i)$ 便是對象 v_i 的綜評指標。 $E(v_1), E(v_2), \dots, E(v_n)$ 由大到小排列，即可決定對象 v_1, \dots, v_m 的優劣。給定對象集 V ，因素集 U 以及指標矩陣 R ，稱 $S = (V, U, R)$ 為綜合評判空間。普遍而言，綜評函數 f 總具有那般性質，列如：

1. 正則性： $f(0, 0, \dots, 0) = 0$
2. 遞增性： $(z'_1, z'_2, \dots, z'_n) \leq (z_1, z_2, \dots, z_n)$ 時，

$$f(z'_1, z'_2, \dots, z'_n) \leq f(z_1, z_2, \dots, z_n)$$
3. 連續性： $\lim_{(z'_1, z'_2, \dots, z'_n) \rightarrow (z_1, z_2, \dots, z_n)} f(z'_1, z'_2, \dots, z'_n) = f(z_1, z_2, \dots, z_n)$
4. 可加性： $f(z_1 + z'_1, z_2 + z'_2, \dots, z_n + z'_n)$

$$= f(z_1, z_2, \dots, z_n) + f(z'_1, z'_2, \dots, z'_n)$$
5. 可乘性： $f(z_1 z'_1, z_2 z'_2, \dots, z_n z'_n)$

$$= f(z_1, z_2, \dots, z_n) f(z'_1, z'_2, \dots, z'_n)$$
6. 擇大性： $f(z_1 \vee z'_1, z_2 \vee z'_2, \dots, z_n \vee z'_n)$

$$= f(z_1, z_2, \dots, z_n) \vee f(z'_1, z'_2, \dots, z'_n)$$
7. 擇小性： $f(z_1 \wedge z'_1, z_2 \wedge z'_2, \dots, z_n \wedge z'_n)$

$$= f(z_1, z_2, \dots, z_n) \wedge f(z'_1, z'_2, \dots, z'_n)$$

這些性質反應了單因素評判與綜合評判之間的聯繫。正則性規定每個單因素指標為 0 時，綜合評判指標也為 0；遞增性要求綜合評判指標隨著單因素指標的增加而提高；連續性保證綜合評判指標不因單因素指標的微小改動而突然變化。

2.3.3 模糊權重

近年來，一些研究（Park and Kim, 1998；Trappey et al. 1996）認為，在缺乏精確消費者需求等相關資訊，及無法掌握工程屬性對消費者需求的衝擊下，傳統的量化方法並不妥當，而提出不同的量化方法來決定消費者需求與設計需求的關係評比，然而他們依舊使用明確的資料值來處理關係強度。例如 Fung et al. (1998) 提出模糊顧客推論系統，透過此系統可將產品屬性勾勒出來；Moskowitz and Kim (1997) 提出一個最佳化產品設計決策支援系統。然而，發展這些系統需要專家知識和經驗來建構規則，同時面臨系統是否運作良好等問題，但是建立這些關係函數有其困難性，尤其當開發一個全新的產品時，沒有競爭對手資料與使用者操作反應係數等數值可供分析，Vanegas and Labib (2001) 將 CRs 之重要性，及 CRs 與 DRs 之相關強度以模糊數表示，並應用模糊權重平均技術（Fuzzy Weighted Average）加以處理。FWA 是其中一項用於處理不精確數值變數的聚積運算式，為評價決策選項將具模糊數性質的評判準則與權重進行聚積運算。

$$D = \frac{\sum_{j=1}^m w_j \cdot r_j}{\sum_{j=1}^m w_j} \quad (2.6)$$

其中 D 為受評選項的整體評價結果； m 為評判準則的模糊評比； r_j 為第 j 個評判準則的評測計分； w_j 為第 j 個評判準則的權重計分。而 D 、 r_j 與 w_j 等三個變數均為模糊數（Fuzzy Numbers）。

模糊層級分析法（Fuzzy Analytic Hierarchy Process, FAHP）運用模糊數與隸屬函數（Membership Function）之間的對應關係來取代原來層級分

析 (Analytic Hierarchy Process, AHP) 中，用於計算權重之準確值關係，便能更為客觀掌握問題並加以判斷 (Lee, 2001)。其中每個模糊數 \tilde{a} 所代表是數據更為接近 a 的意思，而每個隸屬函數皆是由三個對稱的三角模糊數所定義，三角模糊數主要是定義讓元素間之關係為漸進式而非陡峭型，三個模糊數分別為其定義範圍之左、中、右此三數所表示，如表 2.1 所示。

表 2.1 模糊數與其隸屬函數關係表

模糊尺度數	模糊數端點	模糊語意
$\tilde{1}$	(1,1,3)	強負相關
$\tilde{3}$	(1,3,5)	稍有負相關
$\tilde{5}$	(3,5,7)	無相關
$\tilde{7}$	(5,7,9)	稍有正相關
$\tilde{9}$	(7,9,9)	強正相關

資料來源：Lee, 2001, A Fuzzy Analytic Hierarchy Process Approach in Nodular Product Design”, Expert Systems, Vol.18, No.1, pp.32-42.

模糊層級分析的權重關係圖是連續的三角隸屬函數 (Lee, 2001)，如圖 2.1 所示，有別於傳統的層級分析法，傳統層級分析的權重關係係彼此之間是會中斷的準確值關係，因此，將層級分析與模糊概念整合，將更適用於評判問題於真實生活中的分析法，其評判結果也比傳統層級分析更具有其合理性。

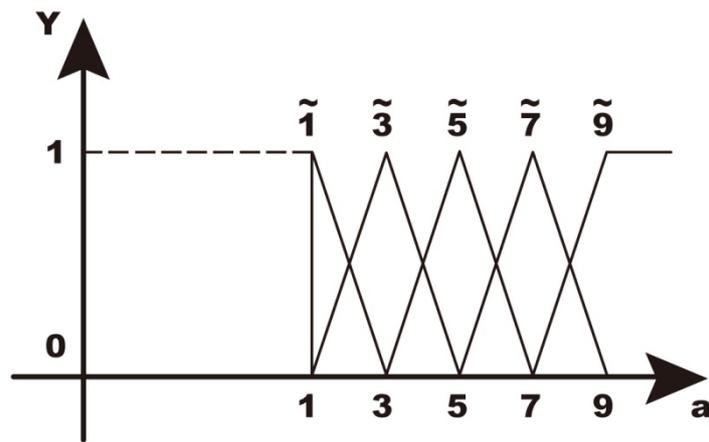


圖 2.1 隸屬函數之三角關係

資料來源：Lee, 2001, A Fuzzy Analytic Hierarchy Process Approach in Nodular Product Design”, Expert Systems, Vol.18, No.1, pp.32-42.

利用重心法 (the Center-of-Gravity Method) 對各評判準則的模糊權重進行重解模糊化 (Defuzzification) 使其變為明確值。為瞭解所建立模糊矩陣的一致性，及各準則間相對權重，在模糊矩陣建立後，求算特徵向量 (Eigen Vector) 或優勢向量 (Priority Vector)，即為要素權重值。利用「列向量幾何平均法」(Saaty, 2003)，對三角模糊正倒值矩陣進行權重計算，如下所示：

$$Z_i = (a_{i1} \otimes a_{i2} \otimes \dots \otimes a_{in})^{\frac{1}{n}}, \forall i$$

$$W_i = Z_i \oslash (Z_1 \oplus Z_2 \oplus \dots \oplus Z_n)$$

(2.7)

其中 a_{ij} 為矩陣中第 i 列第 j 欄的模糊數； Z_i 為模糊數之列向量平均值； W_i 為第 i 項因素之模糊權重； \otimes 、 \oslash 與 \oplus 分別為模糊數乘法、除法及加法運算子。

設 \tilde{A} 的三角函模糊數為 (a_1, a_2, a_3) ， \tilde{B} 三角函模糊數為 (b_1, b_2, b_3) ，

$$\text{模糊數相加} \oplus : \tilde{A} \oplus \tilde{B} = [a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3] \quad (2.8)$$

$$\text{模糊數相乘} \otimes : \tilde{A} \otimes \tilde{B} = [a_1 \times b_1, a_2 \times b_2, a_3 \times b_3] \quad (2.9)$$

為得到最佳的候選組合方式，Lee (2001) 提出兩個步驟來進行試算：

(1) 候選組合之評判矩陣 F 和轉置模糊權重矩陣 W 之總和運算，即

$$R = A \otimes W^T = \begin{bmatrix} \tilde{a}_{11} & \cdots & \tilde{a}_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{m1} & \cdots & \tilde{a}_{mn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \tilde{w}_1 \\ \tilde{w}_2 \\ \cdots \\ \tilde{w}_n \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} \tilde{a}_{11} \otimes \tilde{w}_1 \oplus \tilde{a}_{12} \otimes \tilde{w}_2 \oplus \cdots \oplus \tilde{a}_{1n} \otimes \tilde{w}_n \\ \cdots \\ \tilde{a}_{m1} \otimes \tilde{w}_1 \oplus \tilde{a}_{m2} \otimes \tilde{w}_2 \oplus \cdots \oplus \tilde{a}_{mn} \otimes \tilde{w}_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tilde{r}_1 \\ \tilde{r}_2 \\ \cdots \\ \tilde{r}_n \end{bmatrix} \quad (2.10)$$

由運算結果可得知，模糊層級分析比傳統層級分析包含之範圍更為廣泛，也比較不會產生遺漏項目之問題 (Lee, 2001)，如圖 2.2 所示；

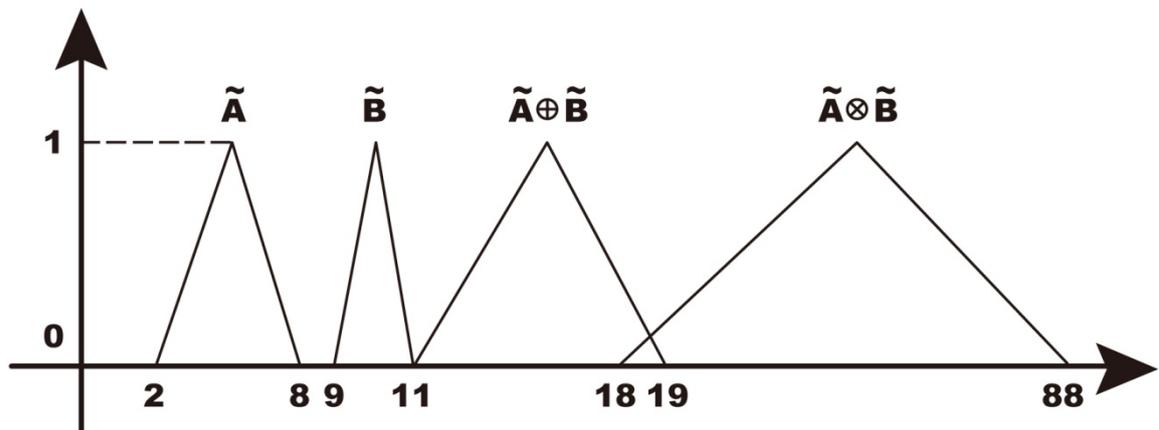


圖 2.2 運算結果示意圖

資料來源：Lee, 2001, A Fuzzy Analytic Hierarchy Process Approach in Nodular Product Design”, Expert Systems, Vol.18, No.1, pp.32-42.

(2) 總分計算：利用平均數的統計方法來運算上述之數據資料。設三角模糊數端點為 (l,m,n) ，即得

$$\tilde{x}(\tilde{r}_i) = \frac{1}{3} (l,m,n) \quad (2.11)$$

$\tilde{x}(\tilde{r}_i)$ 為模糊平均數； l,m,n 為三角模糊數中左中右端值， l 為左端值、 m 為中端值、 n 為右端值。最後將各層級及其準則權重予以串連相乘，即可取得所有準則之模糊權重值，便可進行產品的擇優評價作為設計開發的要素因子。

2.4 研究個案探討

由於手機的普及率高，根據南臺灣研發資源分享中心統計，台灣智慧型手機的使用人口有高達兩百萬人，全球各大品牌經營者都希望了解民眾使用手機的情況，而台灣網路行銷研究先驅-創市際市場研究顧問股份有限公司，與芬蘭 Zokem 公司及產學夥伴世新大學合作，透過在智慧型手機中安裝測量應用程式，在台灣進行智慧型手機使用行為的研究。

近年來由於 CPU 的進步、硬體體積縮小化以及 3G 網路普及，智慧型手機 (Smart Phone) 漸漸在手機市場中嶄露頭角，智慧型手機豐富的使用者介面、觸控功能以及複雜的作業系統外，使用智慧型手機收發電子郵件、觀看股票動態、透過攝影機進行視訊會議、利用自動提醒功能行事曆紀錄重要會談時間與地點、GPS(Global Position System) 導航系統搭配地圖程式功能來規劃旅遊路線、上網查看各個景點的網友評價、看 YouTube 以及 DVD 影片，隨時隨地享受流行脈動...等，除了讓自己能夠

掌握最新的資訊，另外提供了高速的上網環境，再加上手機原本就擁有的豐富的功能選項、完整的作業系統、大螢幕與觸控功能，智慧型手機毫無疑問地在手機歷史上開創了一個新紀元。

本研究所選定之目標產品為智慧型手機，而針對智慧型手機此類型，其原因為智慧型手機具備使用者族群年齡層較為廣泛、產品的特色性度高、產品外形多樣化、使用者需求因素多元化、產品競爭度高等因素，對於探討使用者個人特質與產品外形、需求偏好性間的關連度是適切的研究對象。站在消費者的立場來考量智慧型手機的可購買性，在市面上眾多廠牌中選擇出兼具消費者所希望的理想之手機，讓消費者了解自己的需求在哪，但是對於較少接觸智慧型手機市場的消費者，除了對於品牌的認知比較熟悉，對於操作方式、外觀、功能，甚至是維修方式都不是很熟悉。

目前在智慧型手機硬體市場上，除了的 HTC、Apple、Samsung、LG 以外，尚有許多不同的廠商準備進入；而在軟體市場上，目前市占率較大的作業系統包括了 Android、iPhone、Windows、Symbian OS(Nokia、Sony Ericsson、Panasonic...等採用)。智慧型手機在各種類型之外形構造上大致可區分三大構件，分別為：(1) 機體外形模組；(2) 觸控螢幕面板外形模組；(3) 功能按鍵外形模組，雖然智慧型手機具有多樣化之外形，但本研究之目標產品仍然屬於手持式通訊產品，基於人體工學 (Ergonomic) 考量上，因此限制產品機形大小，在使用方式上使用者也擁有相具共通之操作認知，因此作為本研究之目標產品，對於使用者族群而言具有較高之共同認知性且研究相對明確的優點。各類之智慧型手機所包含之構件，其所屬區域，如圖 2.3 所示。

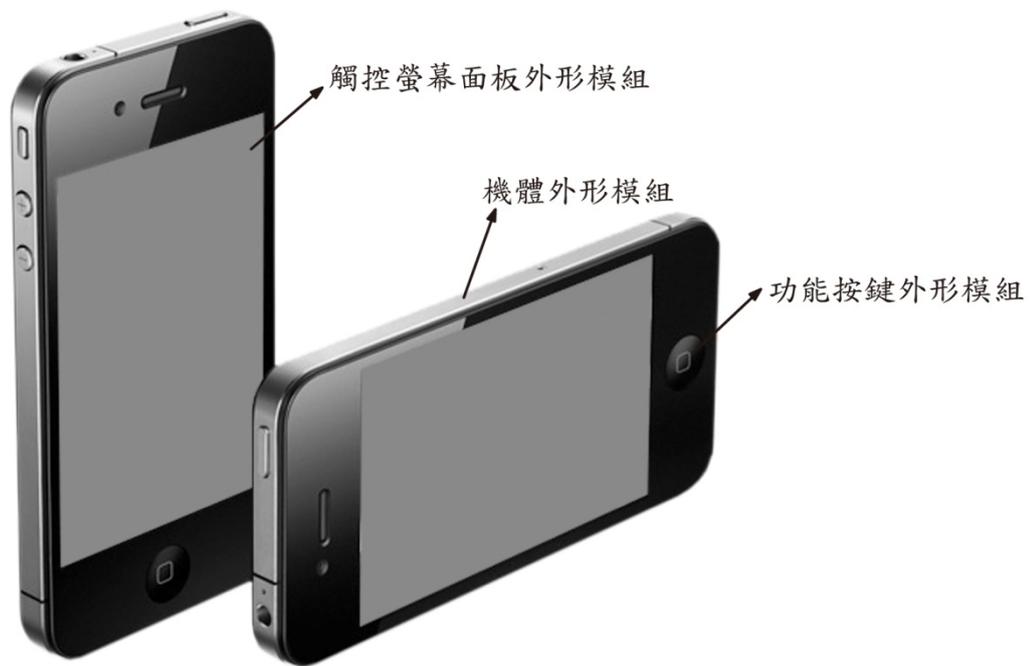


圖 2.3 智慧型手機構件圖

資料來源：<http://buy.yahoo.com.tw/gdsale/gdsale.asp?gdid=2708976>。

第三章 研究方法與步驟

產品設計是一種創意性的發展過程，能將抽象概念轉化為具體的產品，除設計師本身的創意設計外，使用者需求更影響產品上市的產品生命週期。針對先前所述及之問題，本研究將朝向確立使用者之需求偏好，並以專家經驗評選產品組合，由模糊聚類方法建立在設計思維（Design Thinking）上產品設計與使用者之關係層級，輔以國際各大設計競賽之使用性評選標準，以求評價系統準則之建構，及產品與使用者間明確的發展方向。而經由模糊綜合評判與模糊權重，評選出最符合使用者需求之產品，將新的設計思維輔以模糊運算技術，以求得出符合顧客偏好與使用者需求的產品組合，是本研究著重發展的重點所在。

透過文獻探討法、聚類分析法、模糊理論重心法及三角函數評價分析法，對產品的實用性、造形性、安全性、經濟性、操作性，進行研究分析，憑藉產品評價所得之結果而產生出產品實質的開發效益。研究方法則著重模糊理論為研究依據，模糊聚類分析、模糊權重，對應模糊理論重心法，藉由三角模糊函數之運算式對產品進行評價分析，以確立模糊理論之評價適確性。

3.1 研究方法途徑

決定準則的考量因素相當的多，而且常常會因為個人的意見和看法的不同而因人而異，所以在選擇準則的考量上，我們是以較主觀的看法，來選擇此產品較重要的因素(準則)，例如：外觀性、功能性、可靠性、知名度、操作性、品質性...等等，比較能讓消費者所接受的考量，並且在

往後的收集資料方面，也比較來的容易些。通常在收集定性的資料時，有些資訊比較模糊且不容易取得，或是資料內容有時會因個人而異時，所採用的方法大都是用「詢問」的方法，或是用「問卷調查」的方法來取得所要的資料，如果取得的資料愈多的話，則資料愈可靠，而在最後的結果上也有相對的幫助。

以問卷統計後以模糊數去陳述問卷所得的數值，再以模糊綜合評判算出產品在設計需求的順序比重，將資料經過公式之正規化後，以模糊數來量化，再以解模糊法轉換成明確值，再代入模式求解。在不同的看法下，每個準則(因素)，都具有不同的重要性，所以在分析好其數值資料後，來顯現出其重要性，突顯其個人不同的看法，來提升評選的可靠性。最後，在實例應用時，將上述數據代入所建構的「模糊綜合評判」模式中，即可求得最佳之決策，以下將針對其三的主要方法進行說明。

1. 模糊聚類分析：模糊聚類分析是當前在模糊數學中應用最多的幾個方法之一，可以將研究的樣本進行合理的分類，應用模糊聚類方式，將專家所導出之使用標的之成份效益值分群，可歸納使用者需求群組的產品偏好成份效益值，完成評價系統準則之架構，求得使用者需求轉換出各項評判準則，並參照各大競賽的使用性準則，統整建立一適用於產品使用性效益評價之度量結構，以達成辨識影響產品操作性之重要參數。
2. 模糊權重平均技術：計算產品模糊評判矩陣中，使用者模糊權重的積，找出使用者對產品需求之參數重要權值，易於產品設計時對決策選項進行擇優評價。
3. 模糊綜合評判法：由使用者決定需求準則重視程度，以產品模糊評判矩陣計算，評選出最符合該使用者需求重視程度之設計方針。

3.2 研究流程與步驟

藉由上述之各研究方法的定理與操作步驟，本研究之流程可分為二階段，分別為「使用者需求導向分析」、「應用模糊參數技術於產品評價」以確立產品使用評價準則。

第一階段為建構評判準則系統之各項發展，包含：研究目標之「資料蒐集、專家訪談與問卷製作」，應用聚類分析獲得產品成份效益值分群，建立參數化評判準則。進行聚類流程可以四步驟來進行：

1. 資料收集：此階段採用整體輪廓受測體法來進行資料收集，其最大的優點在於可行使用行為導向概念 (Behaviorally Oriented Constructs)，進行使用者需求層級分析。
2. 確認相關屬性水準：任何產品皆由多種屬性所構成，並非所有屬性在消費者決策選購過程中都能成為考慮之因子，故由眾多屬性中找出較關鍵數個，不僅有利於研究流程的順利展開，進行分析亦可得有效之成果。首先在每個屬性下找出初步屬性與水準，再利用統計方法篩選出最終屬性水準，以利進行模糊聚類分析。
3. 評價程序建構：運算模糊矩陣，完成具有自反性、對稱性及傳遞性之等價關係之矩陣數值。
4. 確定屬性群數：經模糊等價矩陣運算，判斷數值之聚類情況，以利將相似屬性歸類分屬。
5. 評價系統之應用：評價準則導出之使用效益值後，將其應用於產品設計流程上，包含每一區隔最佳之產品集合、使用評價值以及屬性重要性權重之計算。

第二階段為運用「模糊綜合評判與模糊權重平均技術」輔以實際測試智慧型手機案例之分析部分及建立評價系統之準則。本研究將找尋符合本研究族群之受測者，進行實機測試以建立評價系統之準確性與使用性指標，並由系統衍生對此使用者族群的使用性偏好最佳詮釋，最後將透過本研究之完整過程提出結論與建議。本研究之研究流程圖，如圖 3.1 所示。

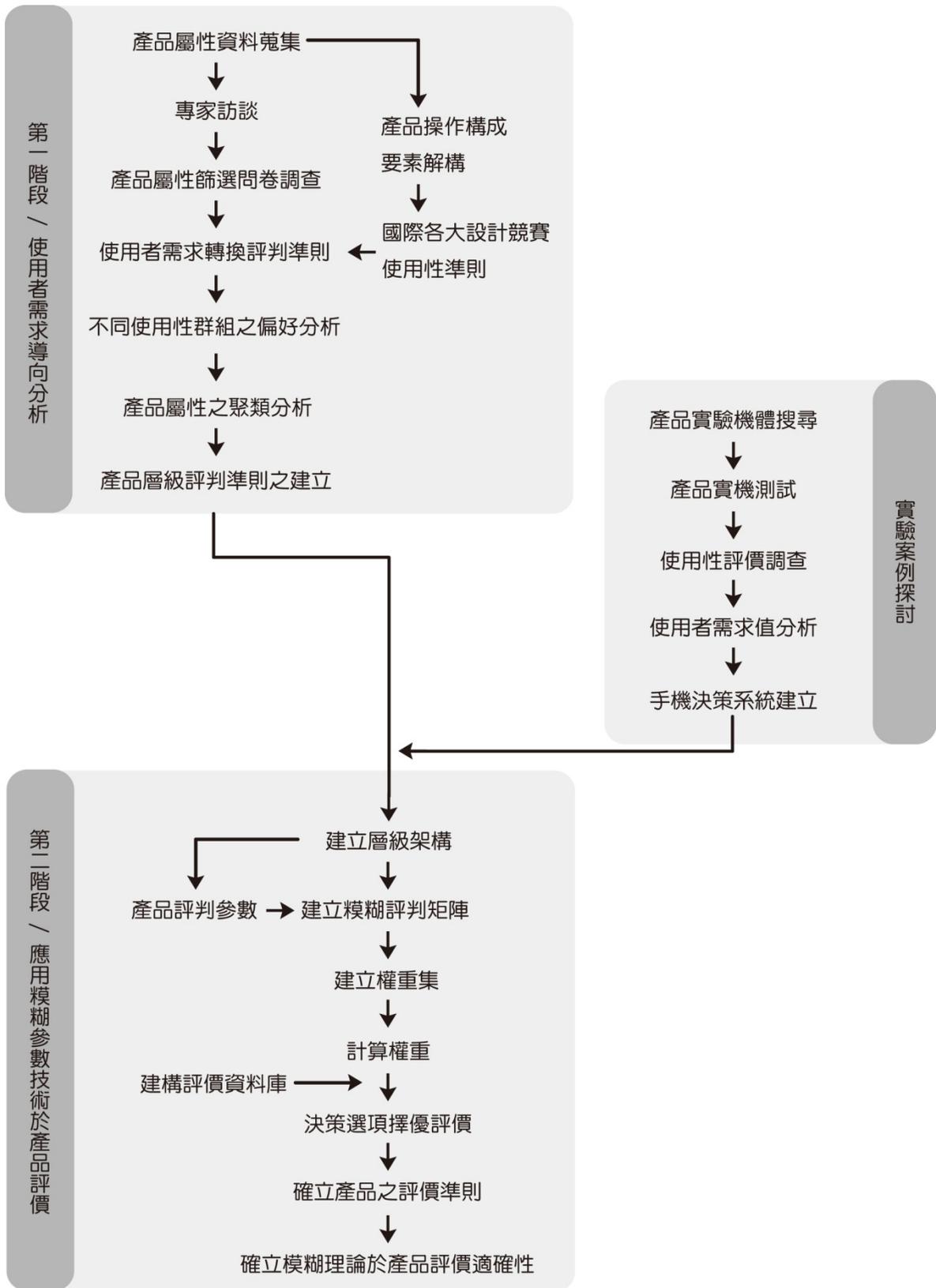


圖 3.1 研究流程架構圖

根據上述之流程圖，以下將針對三個主要階段與產品使用性需求系統驗證之操作過程與小項進行細節說明：

1. 顧客需求導向之分析

- (1) 產品屬性資料蒐集：選定智慧型手機作為本研究之目標測試產品，蒐集市面上使用不同作業系統且市占率前幾名之廠牌手機，若相同作業系統則選較大知名之廠牌為本研究之目標產品。
- (2) 專家訪談：藉由專家詢問方式，更能釐清使用者操作智慧型手機之需求要素，增加需求屬性之選擇要素，並參考國際設計競賽對產品使用性之評選標準，以提升本研究之目標項目信度與效度。
- (3) 產品屬性篩選問卷調查：藉由問卷方式，讓十名專家與十名使用者將其針對智慧型手機使用需求與購買要素之間因子關係，歸納影響要素之高低。
- (4) 使用者需求轉換評判準則：將由上述問卷統計出影響因子之平均數，取高於綜合平均數之數值，對照國際設計競賽之準則，是否依照現代設計潮流之發展。
- (5) 不同使用性群組之偏好分析：為瞭解不同使用性群組之需求，讓使用者選填符合自身對產品使用之要素特質，以及對各類型屬性之喜好度評分，以求進行屬性聚類之分析研究。
- (6) 產品屬性之聚類分析：將資料進行模糊聚類方式，獲取各項屬性資料對使用者需求項目之類型歸屬，所得之矩陣滿足自反性、對稱性與等價性後，便可得出一組等價關係矩陣，進而篩選相較為近似之性質歸屬同一類項，以統整出影響因子之架構。
- (7) 產品層級評判準則之建立：經聚類分析所確立之評判準則，即為後續研究之需求輸入端項目。

2. 應用模糊參數技術於產品評價

- (1) 實驗案例：藉由搜集之智慧型手機資料，進行資料歸納並以隨機抽樣方式找出實驗測試機種，以進行使用者對於需求屬性之決策性評價。
- (2) 建立層級架構：決定目標問題並設定使用者需求，先由專家篩選出 20 組屬性需求選向，再由使用者自身之經驗轉換建立一組層級架構之準則。
- (3) 建立模糊評判矩陣：由使用者根據其經驗對產品需求屬性水準給予評分，依需求項目之屬性水準模糊評判分數，結合成產品需求屬性之模糊評判矩陣。由使用者輸入其對智慧型手機需求準則之重視程度，對照使用者模糊語意尺度量表，將重視程度轉化為使用需求模糊權重矩陣。
- (4) 建立權重集與計算權重：藉由專家問卷方式，找出使用性需求之重要決策要素，經由專家評分之高低，轉換為一組專家權重矩陣，以供後續研究之重要準則。
- (5) 決策選項擇優評價：最後所產生出的使用評價之高低，便是系統建構市面產品之市場動向，可供使用者、設計師與廠商有可依循之空間。
- (6) 確立產品之評價準則：產品使用性評價準則之模式建構，藉由案例分析將其分析結果綜合歸納，設計適用於智慧型手機開發之準則，使消費者能有物盡其用之使用性、設計師能有設計方針之準則性與生產者能有提高產品生命週期之效益性存在。
- (7) 確立模糊理論於產品評價適確性。

第四章 案例分析

本研究以智慧型手機為研究案例產品，探討智慧型手機的實用性、造形性、安全性、經濟性及操作性等項目，作為使用需求度調查與層級歸屬分析的首要目標。首先先進行資料蒐集與分析，再將智慧型手機之使用需求項目予以評分，此階段可獲得使用者較重視的使用需求項目因素群，並輔助國際設計競賽之使用性評選標準做為需求項目調整之用，再以專家訪談與問卷調查方式縮減需求項目選項，以做為設計師或開發人員初步選擇使用者功能項目時參考所用；接續運用模糊聚類分析進行需求項目之分群與分層，獲得研究目標評價層級評判架構之建立。本階段所做之研究是將資料篩選後之較高需求度項目，藉由模糊聚類分析方法進行目標項目之層級分類。其目的在於將這些功能性質相近似之項目予以群組，使群組與群組之距離區間更具差別性，最後將其結果作為後續研究發展之需求項目決策面向。

4.1 智慧型手機之需求選項分析與篩選

使用者對於每次產品需求都有著不同的訴求，而對同一產品之要求也不盡相同。本階段先進行智慧型手機需求功能項目之調查，由於目前市面所販售之智慧型手機因各家廠商所推出之系統與功能不一，在此希望藉由市場調查與資料蒐集並輔以問卷之形式，分析出目前市面上智慧型手機所提供之服務項目中，較為使用者確切所需求之功能。

本研究在蒐集智慧型手機需求功能方面，取專家問卷與相關文獻資料。主要藉由以知名四大品牌 Apple、Samsung、HTC、Nokia，進行需求

項目之展開，其作業系統分別代表為 iPhone、Android、Windows or Android、Symbian，以做為設計實驗之選購差異性，並以專家問卷調查各類目下需求度功能之篩選。目前智慧型手機產品需求功能項目共有 44 項，可分為使用性屬性項目與造形性項目屬性群，如表 4.1 所示。

表 4.1-1 智慧型手機使用性與造形性屬性群

使用性屬性群		造形性屬性群	
需求功能	屬性描述	需求功能	屬性描述
安全性的	充分考量產品的安全性、資料的保全性	造形的	具有一個形態、質感與色彩的形體
設計品質的	內部結構安全穩定，機構設計原理明確化	簡便的	簡單且便利性，能快速應對
省力性的	有效、舒適及不費力地使用	美觀的	具有美感可供欣賞的視覺形式
功能性的	符合使用目的之舒適性及完美的機能性	格調的	具品味性且不同於一般之感覺
品質穩定的	有效利用適當材料、滿足產品的品質要求(包含售後服務是否健全可靠)	整體性的	一個形態具有統一的整體
防止視覺障礙的	預防過度刺激、幻覺、誤認之認知產生	價值感的	具有質感、觸感等高質地之感覺
啟發智慧的	能吸引使用者激發其好奇心，產生與人類共鳴之頻率形狀	輕盈的	有輕快活潑之視覺情感
容許錯誤的	將危險及因意外或不經意的動作所導致之不利後果降至最低	新穎的	新鮮獨到
耐久性的	操作介面不易受損，可更長時間使用	悅目的	容易吸引且使人感到歡喜之意

資料來源：本研究整理。

表 4.1-2 智慧型手機使用性與造形性屬性群

使用性屬性群		造形性屬性群	
需求功能	屬性描述	需求功能	屬性描述
擴充性的	具有可續性、增加機能之空間	安定的	操作品質穩定，不易發生錯誤
機能視覺化的	展現出產品及零件的使用方式或機能作用	前衛的	展現於一般所接受的概念之前端，有創新之意
實用性的	具有高度使用之頻率	精緻的	經多番加工且高度細緻之作工
注重人體工學的	操作簡單、有可續性、有效的操作性	時尚的	不斷推陳出新，創造流行
低公害性的	節約能源、資願再利用	素雅的	簡單樸素，不流於低俗
適當的尺寸及空間供使用的	不論使用者體型、姿勢或移動性如何，提供適當大小及空間供操作及使用	小巧的	袖珍可愛
社會影響力的	擁有領導前端潮流之思潮	高貴的	高雅尊貴
協調環境的	聰明操作，感控四周環境變化	具有品味的	有獨到之氣質
直覺性使用的	不論使用者的經驗、知識、語言能力或集中力如何，這種設計的使用都很容易了解	骨感的	薄而纖細且穠纖合度
彈性使用的	涵蓋了廣泛的個人喜好及能力，且能適用於無經驗及有經驗之使用者	個性化的	具有個人風味、獨特氣韻
可靠程度的	省電管理、不易損壞	典雅的	高雅不鄙俗且與眾不同
明顯資訊的	不論周圍狀況或使用者感官能力如何，有效地對使用者傳達必要的資訊	剛硬的	具強度、韌性且有延展性
公平使用的	對任何使用著都不會造成傷害或使其受窘	俐落的	形態簡練且簡潔流暢之感

資料來源：本研究整理。

將智慧型手機需求功能屬性項目，藉由專家問卷方式篩選功能需求問卷，將需求以無階層的方式列出做為重要性評比。發放 20 份問卷，共計回收 20 份有效問卷，在使用者對功能項目需求度評分方面，以 1-5 等級為重要性評分機制，1 分為最不重要，5 分為極其重要，如表 4.2 所示。

問卷評分結果以 Excel 進行統計。進行篩選分數高於平均分數的需求功能項目，做為使用者選購智慧型手機必須要有之需求屬性。分數過低之需求屬性表示對於使用者購買影響因子較不重要，經計算後之結果得到平均數為 3.87 分。接著進行刪除各別平均數低於總體平均數 3.87 分之需求屬性數值，總共刪除 22 項需求屬性。剩篩選出 20 組屬性將做為模糊聚類歸類屬性之用。

表 4.2 智慧型手機主要需求功能屬性項目群

使用性屬性群		造形性屬性群	
分數	需求功能	分數	需求功能
4.27	安全性的	3.97	造形的
4.33	注重人體工學的	4.13	具有品味的
4.53	直覺性使用的	4.2	個性化的
4	功能性的	3.95	典雅的
3.97	品質穩定的	4.13	整體性的
4.13	可靠程度的	3.95	精緻的
4.23	明顯資訊的	4	安定的
4.4	容許錯誤的	3.87	俐落的
4.4	彈性使用的	4	悅目的
4.43	擴充性的	4.13	輕盈的

資料來源：本研究整理。

由上述分析整理出之需求因子，不論是實用性、造形性、安全性、經濟性及操作性上，與國際設計競賽使用性評選準則有著相似之評判準則。由此可知，不管是設計競賽或是企業間的產品開發準則，都圍繞著使用者使用性做為設計開發最大訴求，並可藉由設計競賽需求直接做為產品開發階段使用性準則，可縮減不少資料收集的前置作業時間。本研究欲探討重點，若能洞悉使用者之產品使用需求，不論在開發產品階段或是設計階段，都能因使用者需求高低做出產品最佳實用性之判斷。

4.2 模糊聚類分析

4.2.1 建立論域

1. 本研究之使用需求屬性指標，經使用者自身經驗選填符合自身對產品使用之要素特質，其探究出屬性指標有其 20 組指標，分別為：安全性的、注重人體工學的、直覺性使用的、功能性的、品質穩定的、可靠程度的、明顯資訊的、容許錯誤的、彈性使用的、擴充性的、造形的、具有品味的、個性化的、典雅的、整體性的、精緻的、輕盈的、俐落的、悅目的、安定的。
2. 20 組樣本則是使用者自身之經驗感受，其代號分別代表為：A、B、C、...、S、T。
3. 故論域 $= U = [u_1, u_2, u_3, \dots, u_{20}] = [A, B, C, \dots, S, T]$

4.2.2 模糊關係矩陣

相似關係矩陣，其應符合自反性及對稱性，以絕對值減數法求 r_{ij} ，其公式如下：

$$r_{ij} = \begin{cases} 1 & \Leftrightarrow i = j \\ 1 - C \sum_{k=1}^m |u_{ik} - u_{jk}| & \Leftrightarrow i \neq j \end{cases} \quad (4.1)$$

其中選取 $C=0.01$ ， $m=20$ ， $i,j=1,2,3,\dots,19,20$ ，藉由上述計算求得模糊相似關係矩陣 R ，如下所示。

1.00	0.85	0.89	0.90	0.84	0.96	0.85	0.85	0.99	0.91	1.00	0.89	0.82	0.93	0.89	0.84	1.00	0.74	0.80	0.87
0.85	1.00	0.96	0.94	0.69	0.81	1.00	1.00	0.84	0.94	0.85	0.96	0.67	0.92	0.96	0.69	0.85	0.59	0.95	0.98
0.89	0.96	1.00	0.98	0.73	0.85	0.96	0.96	0.88	0.98	0.89	1.00	0.71	0.96	1.00	0.73	0.89	0.63	0.91	0.98
0.91	0.94	0.98	1.00	0.75	0.87	0.94	0.94	0.90	1.00	0.91	0.98	0.73	0.98	0.98	0.75	0.91	0.65	0.89	0.96
0.84	0.69	0.73	0.75	1.00	0.88	0.69	0.69	0.85	0.75	0.84	0.73	0.98	0.77	0.73	1.00	0.84	0.90	0.64	0.71
0.96	0.81	0.85	0.87	0.88	1.00	0.81	0.81	0.97	0.87	0.96	0.85	0.86	0.89	0.85	0.88	0.96	0.78	0.76	0.83
0.85	1.00	0.96	0.94	0.69	0.81	1.00	1.00	0.84	0.94	0.85	0.96	0.67	0.92	0.96	0.69	0.85	0.59	0.95	0.98
0.85	1.00	0.96	0.94	0.69	0.81	1.00	1.00	0.84	0.94	0.85	0.96	0.67	0.92	0.96	0.69	0.85	0.59	0.95	0.98
0.99	0.84	0.88	0.90	0.85	0.97	0.84	0.84	1.00	0.90	0.99	0.88	0.83	0.92	0.88	0.85	0.99	0.75	0.79	0.86
0.91	0.94	0.98	1.00	0.75	0.87	0.94	0.94	0.90	1.00	0.91	0.98	0.73	0.98	0.98	0.75	0.91	0.65	0.89	0.96
1.00	0.85	0.89	0.91	0.84	0.96	0.85	0.85	0.99	0.91	1.00	0.89	0.82	0.93	0.89	0.84	1.00	0.74	0.80	0.87
0.89	0.96	1.00	0.98	0.73	0.85	0.96	0.96	0.88	0.98	0.89	1.00	0.71	0.96	1.00	0.73	0.89	0.63	0.91	0.98
0.82	0.67	0.71	0.73	0.98	0.86	0.67	0.67	0.83	0.73	0.82	0.71	1.00	0.75	0.71	0.98	0.82	0.92	0.62	0.69
0.93	0.92	0.96	0.98	0.77	0.89	0.92	0.92	0.92	0.98	0.93	0.96	0.75	1.00	0.96	0.77	0.93	0.67	0.87	0.94
0.89	0.96	1.00	0.98	0.73	0.85	0.96	0.96	0.88	0.98	0.89	1.00	0.71	0.96	1.00	0.73	0.89	0.63	0.91	0.98
0.84	0.69	0.73	0.75	1.00	0.88	0.69	0.69	0.85	0.75	0.84	0.73	0.98	0.77	0.73	1.00	0.84	0.90	0.64	0.71
1.00	0.85	0.89	0.91	0.84	0.96	0.85	0.85	0.99	0.91	1.00	0.89	0.82	0.93	0.89	0.84	1.00	0.74	0.80	0.87
0.74	0.59	0.63	0.65	0.90	0.78	0.59	0.59	0.75	0.65	0.74	0.63	0.92	0.67	0.63	0.90	0.74	1.00	0.54	0.61
0.80	0.95	0.91	0.89	0.64	0.76	0.95	0.95	0.79	0.89	0.80	0.91	0.62	0.87	0.91	0.64	0.80	0.54	1.00	0.93
0.87	0.98	0.98	0.96	0.71	0.83	0.98	0.98	0.86	0.96	0.87	0.98	0.69	0.94	0.98	0.71	0.87	0.61	0.93	1.00

當矩陣滿足自反性與對稱性需求時，再將其 R 矩陣自乘得 $R \circ R = R^2$ ，再自乘 $R^2 \circ R^2 = R^4$ ，直到 $R^{2k} = R^k$ 為止，則 R^k 便是一組模糊等價關係矩陣。其運算如下：

$$R^2 = R \circ R =$$

1.00	0.92	0.93	0.93	0.88	0.97	0.92	0.92	0.99	0.93	1.00	0.93	0.86	0.93	0.93	0.88	1.00	0.84	0.89	0.93
0.92	1.00	0.98	0.96	0.84	0.89	1.00	1.00	0.92	0.96	0.92	0.98	0.83	0.96	0.98	0.84	0.92	0.78	0.95	0.98
0.93	0.98	1.00	0.98	0.85	0.89	0.98	0.98	0.92	0.98	0.93	1.00	0.85	0.98	1.00	0.85	0.93	0.78	0.95	0.98
0.93	0.96	0.98	1.00	0.87	0.91	0.96	0.96	0.92	1.00	0.93	0.98	0.86	0.98	0.98	0.87	0.93	0.78	0.94	0.98
0.88	0.84	0.85	0.87	1.00	0.88	0.84	0.84	0.88	0.87	0.88	0.85	0.98	0.88	0.85	1.00	0.88	0.92	0.80	0.85
0.97	0.89	0.89	0.91	0.88	1.00	0.89	0.89	0.97	0.91	0.97	0.89	0.88	0.93	0.89	0.88	0.97	0.88	0.87	0.89
0.92	1.00	0.98	0.96	0.84	0.89	1.00	1.00	0.92	0.96	0.92	0.98	0.83	0.96	0.98	0.84	0.92	0.78	0.95	0.98
0.92	1.00	0.98	0.96	0.84	0.89	1.00	1.00	0.92	0.96	0.92	0.98	0.83	0.96	0.98	0.84	0.92	0.78	0.95	0.98
0.99	0.92	0.92	0.92	0.88	0.97	0.92	0.92	1.00	0.92	0.99	0.92	0.86	0.93	0.92	0.88	0.99	0.85	0.89	0.92
0.93	0.96	0.98	1.00	0.87	0.91	0.96	0.96	0.92	1.00	0.93	0.98	0.86	0.98	0.98	0.87	0.93	0.78	0.94	0.98
1.00	0.92	0.93	0.93	0.88	0.97	0.92	0.92	0.99	0.93	1.00	0.93	0.86	0.93	0.93	0.88	1.00	0.84	0.89	0.93
0.93	0.98	1.00	0.98	0.85	0.89	0.98	0.98	0.92	0.98	0.93	1.00	0.85	0.98	1.00	0.85	0.93	0.78	0.95	0.98
0.86	0.83	0.85	0.86	0.98	0.88	0.83	0.83	0.86	0.86	0.86	0.85	1.00	0.86	0.85	0.98	0.86	0.92	0.80	0.83
0.93	0.96	0.98	0.98	0.88	0.93	0.96	0.96	0.93	0.98	0.93	0.98	0.86	1.00	0.98	0.88	0.93	0.78	0.93	0.96
0.93	0.98	1.00	0.98	0.85	0.89	0.98	0.98	0.92	0.98	0.93	1.00	0.85	0.98	1.00	0.85	0.93	0.78	0.95	0.98
0.88	0.84	0.85	0.87	1.00	0.88	0.84	0.84	0.88	0.87	0.88	0.85	0.98	0.88	0.85	1.00	0.88	0.92	0.80	0.85
1.00	0.92	0.93	0.93	0.88	0.97	0.92	0.92	0.99	0.93	1.00	0.93	0.86	0.93	0.93	0.88	1.00	0.84	0.89	0.93
0.84	0.78	0.78	0.78	0.92	0.88	0.78	0.78	0.85	0.78	0.84	0.78	0.92	0.78	0.78	0.92	0.84	1.00	0.76	0.78
0.89	0.95	0.95	0.94	0.80	0.78	0.95	0.95	0.89	0.94	0.89	0.95	0.80	0.93	0.95	0.80	0.89	0.76	1.00	0.95
0.93	0.98	0.98	0.98	0.85	0.89	0.98	0.98	0.92	0.98	0.93	0.98	0.83	0.96	0.98	0.85	0.93	0.78	0.95	1.00

$$R^4 = R^2 \circ R^2 =$$

1.00	0.93	0.93	0.93	0.88	0.97	0.93	0.93	0.99	0.93	1.00	0.93	0.88	0.93	0.93	0.88	1.00	0.88	0.93	0.93
0.93	1.00	0.98	0.98	0.88	0.93	1.00	1.00	0.93	0.98	0.93	0.98	0.88	0.98	0.98	0.88	0.93	0.88	0.95	0.98
0.93	0.98	1.00	0.98	0.88	0.93	0.98	0.98	0.93	0.98	0.93	1.00	0.88	0.98	1.00	0.88	0.93	0.88	0.95	0.98
0.93	0.98	0.98	1.00	0.88	0.93	0.98	0.98	0.93	1.00	0.93	0.98	0.88	0.98	0.98	0.88	0.93	0.88	0.95	0.98
0.88	0.88	0.88	0.88	1.00	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.98	0.88	0.88	1.00	0.88	0.92	0.88	0.88
0.97	0.93	0.93	0.93	0.88	1.00	0.93	0.93	0.97	0.93	0.97	0.93	0.88	0.93	0.93	0.88	0.97	0.88	0.93	0.93
0.93	1.00	0.98	0.98	0.88	0.93	1.00	1.00	0.93	0.98	0.93	0.98	0.88	0.98	0.98	0.88	0.93	0.88	0.95	0.98
0.93	1.00	0.98	0.98	0.88	0.93	1.00	1.00	0.93	0.98	0.93	0.98	0.88	0.98	0.98	0.88	0.93	0.88	0.95	0.98
0.99	0.93	0.93	0.93	0.88	0.97	0.93	0.93	1.00	0.93	0.99	0.93	0.88	0.93	0.93	0.88	0.99	0.88	0.93	0.93
0.93	0.98	0.98	1.00	0.88	0.93	0.98	0.98	0.93	1.00	0.93	0.98	0.88	0.98	0.98	0.88	0.93	0.88	0.95	0.98
1.00	0.93	0.93	0.93	0.88	0.97	0.93	0.93	0.99	0.93	1.00	0.93	0.88	0.93	0.93	0.88	1.00	0.88	0.93	0.93
0.93	0.98	1.00	0.98	0.88	0.93	0.98	0.98	0.93	0.98	0.93	1.00	0.88	0.98	1.00	0.88	0.93	0.88	0.95	0.98
0.88	0.88	0.88	0.88	0.98	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	1.00	0.88	0.88	0.98	0.88	0.92	0.87	0.88
0.93	0.98	0.98	0.98	0.88	0.93	0.98	0.98	0.93	0.98	0.93	0.98	0.88	1.00	0.98	0.88	0.93	0.88	0.95	0.98
0.93	0.98	1.00	0.98	0.88	0.93	0.98	0.98	0.93	0.98	0.93	1.00	0.88	0.98	1.00	0.88	0.93	0.88	0.95	0.98
0.88	0.88	0.88	0.88	1.00	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.98	0.88	0.88	1.00	0.88	0.92	0.88	0.88
1.00	0.93	0.93	0.93	0.88	0.97	0.93	0.93	0.99	0.93	1.00	0.93	0.88	0.93	0.93	0.88	1.00	0.88	0.93	0.93
0.88	0.88	0.88	0.88	0.92	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.92	0.88	0.88	0.92	0.88	1.00	0.87	0.88
0.93	0.95	0.95	0.95	0.88	0.93	0.95	0.95	0.93	0.95	0.93	0.95	0.87	0.95	0.95	0.88	0.93	0.87	1.00	0.95
0.93	0.98	0.98	0.98	0.88	0.93	0.98	0.98	0.93	0.98	0.93	0.98	0.88	0.98	0.98	0.88	0.93	0.88	0.95	1.00

$$R^8 = R^4 \circ R^4 =$$

1.00	0.93	0.93	0.93	0.88	0.97	0.93	0.93	0.99	0.93	1.00	0.93	0.88	0.93	0.93	0.88	1.00	0.88	0.93	0.93
0.93	1.00	0.98	0.98	0.88	0.93	1.00	1.00	0.93	0.98	0.93	0.98	0.88	0.98	0.98	0.88	0.93	0.88	0.95	0.98
0.93	0.98	1.00	0.98	0.88	0.93	0.98	0.98	0.93	0.98	0.93	1.00	0.88	0.98	1.00	0.88	0.93	0.88	0.95	0.98
0.93	0.98	0.98	1.00	0.88	0.93	0.98	0.98	0.93	1.00	0.93	0.98	0.88	0.98	0.98	0.88	0.93	0.88	0.95	0.98
0.88	0.88	0.88	0.88	1.00	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.98	0.88	0.88	1.00	0.88	0.92	0.88	0.88
0.97	0.93	0.93	0.93	0.88	1.00	0.93	0.93	0.97	0.93	0.97	0.93	0.88	0.93	0.93	0.88	0.97	0.88	0.93	0.93
0.93	1.00	0.98	0.98	0.88	0.93	1.00	1.00	0.93	0.98	0.93	0.98	0.88	0.98	0.98	0.88	0.93	0.88	0.95	0.98
0.93	1.00	0.98	0.98	0.88	0.93	1.00	1.00	0.93	0.98	0.93	0.98	0.88	0.98	0.98	0.88	0.93	0.88	0.95	0.98
0.99	0.93	0.93	0.93	0.88	0.97	0.93	0.93	1.00	0.93	0.99	0.93	0.88	0.93	0.93	0.88	0.99	0.88	0.93	0.93
0.93	0.98	0.98	1.00	0.88	0.93	0.98	0.98	0.93	1.00	0.93	0.98	0.88	0.98	0.98	0.88	0.93	0.88	0.95	0.98
0.88	0.88	0.88	0.88	0.98	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	1.00	0.88	0.88	0.98	0.88	0.92	0.87	0.88
0.93	0.98	0.98	0.98	0.88	0.93	0.98	0.98	0.93	0.98	0.93	0.98	0.88	1.00	0.98	0.88	0.93	0.88	0.95	0.98
0.93	0.98	1.00	0.98	0.88	0.93	0.98	0.98	0.93	0.98	0.93	1.00	0.88	0.98	1.00	0.88	0.93	0.88	0.95	0.98
0.88	0.88	0.88	0.88	1.00	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.98	0.88	0.88	1.00	0.88	0.92	0.88	0.88
1.00	0.93	0.93	0.93	0.88	0.97	0.93	0.93	0.99	0.93	1.00	0.93	0.88	0.93	0.93	0.88	1.00	0.88	0.93	0.93
0.88	0.88	0.88	0.88	0.92	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.92	0.88	0.88	0.92	0.88	1.00	0.87	0.88
0.93	0.95	0.95	0.95	0.88	0.93	0.95	0.95	0.93	0.95	0.93	0.95	0.87	0.95	0.95	0.88	0.93	0.87	1.00	0.95
0.93	0.98	0.98	0.98	0.88	0.93	0.98	0.98	0.93	0.98	0.93	0.98	0.88	0.98	0.98	0.88	0.93	0.88	0.95	1.00

由上述所得之，當 $R^4 \circ R^4 = R^8$ 等同 $R^2 \circ R^2 = R^4$ 之矩陣值，故當 R^4 時，即為本研究所追尋之模糊等價關係矩陣。此方法是為將相似性質之項目歸屬為一群組，而群組與群組之間，有相互差異之性質存在，便是距離之關係。項目與項目間距離要越進；群組與群組間距離要越遠，方能清楚闡述影響因子間的差異性，模糊聚類分析所求得的模糊等價關係矩陣，即有這種分類方式的優勢存在，也是本研究所倚重之分析方法。

4.2.3 聚類分析

經上述之模糊等價關係矩陣後，帶入 R_λ 截進行屬性聚類， λ 值依次選擇為 1、0.95、0.9、0.85 等數值，以遞減之數值求取實際 λ 截矩陣 ($0 < \lambda \leq 1$)。如表 4.3 所示。

表 4.3-1 模糊屬性聚類結果摘要表

λ 值	聚類數	聚類結果
1	12	{直覺性使用的、明顯資訊的}；{具有品味的、個性化的}； {典雅的、悅目的、精緻的}；{安全性的、容許錯誤的}；{彈性使用的、擴充性的}；{造形的、整體性的}；{可靠程度的、品質穩定的}；{注重人體工學的}；{輕盈的}；{功能性的}； {安定的}；{俐落的}
0.99	12	{直覺性使用的、明顯資訊的}；{具有品味的、個性化的}； {典雅的、悅目的、精緻的}；{安全性的、容許錯誤的}；{彈性使用的、擴充性的}；{造形的、整體性的}；{可靠程度的、品質穩定的}；{注重人體工學的}；{輕盈的}；{功能性的}； {安定的}；{俐落的}
0.98	7	{直覺性使用的、功能性的、明顯資訊的}；{具有品味的、個性化的}； {俐落的、造形的、典雅的、整體性的、悅目的、精緻的}；{安全性的、容許錯誤的}；{品質穩定的、可靠程度的、彈性使用的、擴充性的}；{安定的、注重人體工學的}； {輕盈的}
0.97	6	{直覺性使用的、功能性的、明顯資訊的、輕盈的}；{具有品味的、個性化的}； {俐落的、造形的、典雅的、整體性的、悅目的、精緻的}；{安全性的、容許錯誤的}；{品質穩定的、可靠程度的、彈性使用的、擴充性的}；{安定的、注重人體工學的}

資料來源：本研究整理。

表 4.3-2 模糊屬性聚類結果摘要表

λ 值	聚類數	聚類結果
0.95	6	{直覺性使用的、功能性的、明顯資訊的、輕盈的}；{具有品味的、個性化的}；{俐落的、造形的、典雅的、整體性的、悅目的、精緻的}；{安全性的、容許錯誤的}；{品質穩定的、可靠程度的、彈性使用的、擴充性的}；{安定的、注重人體工學的}
0.93	5	{直覺性使用的、功能性的、明顯資訊的、輕盈的}；{品質穩定的、具有品味的、個性化的、可靠程度的、彈性使用的、擴充性的}；{俐落的、造形的、典雅的、整體性的、悅目的、精緻的}；{安全性的、容許錯誤的}；{安定的、注重人體工學的}
0.92	4	{直覺性使用的、功能性的、明顯資訊的、輕盈的}；{品質穩定的、具有品味的、個性化的、可靠程度的、彈性使用的、擴充性的、安全性的、容許錯誤的}；{俐落的、造形的、典雅的、整體性的、悅目的、精緻的}；{安定的、注重人體工學的}
0.88	3	{直覺性使用的、功能性的、明顯資訊的、輕盈的、安定的}；{品質穩定的、具有品味的、個性化的、可靠程度的、彈性使用的、擴充性的、安全性的、容許錯誤的、注重人體工學的}；{俐落的、造形的、典雅的、整體性的、悅目的、精緻的}
0.87	1	{直覺性使用的、功能性的、明顯資訊的、輕盈的、安定的、品質穩定的、具有品味的、個性化的、可靠程度的、彈性使用的、擴充性的、安全性的、容許錯誤的、注重人體工學的、俐落的、造形的、典雅的、整體性的、悅目的、精緻的}

資料來源：本研究整理。

經由帶入 λ 值所得出之聚類數後，依循測試產品欲測得的需求選項，合理地選擇聚類的群組，作為研究實驗需求選項的評判準則因子。於此，模糊聚類並非是精準的屬性歸屬分類，而是依照使用者主觀之感覺進行聚類，其包含的面向更能符合使用者隱性的需求，挑選聚類數時，在合理性的範圍內，都是可被接受的論述。

4.2.4 模糊聚類群組命名

在選擇需求屬性時，過多或是過少的需求選項都將影響研究的數值變化，易於造成研究題目之偏頗，無法完全呈現研究所欲探究之對象。本研究在 $\lambda = 0.97$ 或是 $\lambda = 0.95$ 時，可聚類出 6 組需求屬性，但從中可發現到有些語彙仍具有相似之意涵；在 $\lambda = 0.92$ 時，聚類出 4 組需求因子，可在品質穩定的、具有品味的、個性化的、可靠程度的、彈性使用的、擴充性的、安全性的、容許錯誤的需求屬性中，包容過多的需求因子，易導致一些因子喪失其效用性，故本研究選擇 $\lambda = 0.93$ 時，可析分出 5 組需求屬性類群，作為本研究使用需求屬性之聚類準則，其誤差內容尚在可接受之處。

五個因素所代表的意象意義，分別為：

1. 直覺性使用的、功能性的、明顯資訊的、輕盈的此四組成份因具有實用性與機能性且便於識別操作，故以此命名為具有實用機能性。
2. 品質穩定的、具有品味的、個性化的、可靠程度的、彈性使用的、擴充性的此六組成份因具有附加價值且為人所公認價值性，故命名為具有經濟價值性。
3. 俐落的、造形的、典雅的、整體性的、悅目的、精緻的此六組成份因具有形態上之特色且線條細膩，故命名為具有造形美感性。

4. 安全性的、容許錯誤的此二組成份因具保全性且容許操作失誤，故命名為具有安全容錯性。
5. 安定的、注重人體工學的此二組成份因具有穩定使用且符合使用者可續性，故命名為具有人因操作性。

4.3 案例說明

經由先前章節所述，本節將以智慧型手機說明評判系統之建構驗證。本研究之評判準則是由使用者之使用需求數值，藉由模糊聚類分析之結果，判定使用者其產品需求屬性之類項，做為模糊層級分析之屬性矩陣。

使用者輸入之需求準則權重矩陣及目標產品評判矩陣，進行模糊層級分析，期得到最符合使用者偏好與需求之要項。本章節將依此評判系統的發展流程進行實驗探討。

4.3.1 目標產品資料蒐集

再進行層級分析前的首要步驟是確認相關屬性與水準，首先依據資料蒐集找出初步屬性水準，再者進行目標篩選，目的在找出合適之目標產品，做為進行實驗測試之基礎方針。

本研究之目標產品為智慧型手機，資料蒐集方面，以現今銷售量最佳及使用不同作業系統軟體之四大廠牌：Apple、Samsung、HTC、Sony Ericsson，進行目標項目之展開，其作業系統分別代表為 iPhone、Android、Windows or Android、Symbian，共蒐集 27 張智慧型手機圖片，如附錄一所示。依所蒐集之智慧型手機廠牌與作業系統，將其分為 4 組分項，但因 HTC 原先是以 Windows 作業系統為內部軟體；Sony Ericsson 以 Symbian

作業系統為內部軟體，但現今大多改採 Android 系統，故在本研究中 Samsung、HTC 及 Sony Ericsson 都為 Android 系統之使用者，後進行隨機抽樣，以利於本研究之測試，在實驗前將所有測試實機機種先行掩蓋其品牌 LOGO，以防使用者因品牌因素而有所影響其測試成效，如圖 4.1 所示。



圖 4.1 手機實驗機種

資料來源：奇摩購物中心。

4.3.2 目標產品之評選

本研究使用模糊層級分析法進行目標產品之評選，模糊層級分析之目標問題最佳化解答，須透過專家與市場調查以獲取需求準則之重視權重，轉換為使用者需求權重矩陣，經由兩個矩陣運算即可獲得最佳化使用效益產品。

4.3.3 定義問題與建構層級架構

影響智慧型手機之使用需求與特性功能各不相同，而使用者並非專家，只是藉由自身之經驗將其需求各自表述，難以針對其需求進行合適選擇，因此本研究模糊層級分析之目標問題為：符合使用者需求之評價分析。再進行專家評判之前必須先確立使用者需求準則，在先前所進行之模糊聚類分析之結果，作為本研究對於智慧型手機建立之使用需求評判準則，「實用機能性」、「經濟價值性」、「造形美感性」、「安全容錯性」、「人因操作性」作為本研究評價智慧型手機之屬性準則，其模糊層級架構，如圖 4.2 所示。

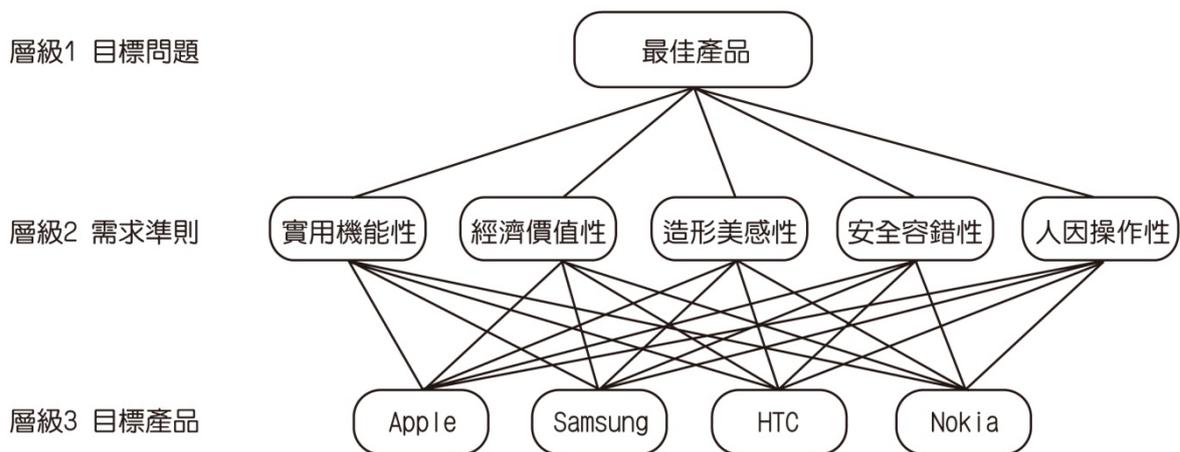


圖 4.2 模糊層級架構

資料來源：本研究整理。

4.3.4 建立模糊評判矩陣並定義權重

本研究從電信業者中尋找現今對智慧型手機產品資訊高度理解之專員，且使用年資已超過3年以上之專家來進行問卷之填寫，共發放15份問卷於各大地區之電信業者專員，如附錄二所示，且回收15份有效之問卷，填答之專家背景如表4.4所示。

表 4.4 智慧型手機專家背景

問卷編號	專家身分
1	北部中華電信門市業者
2	北部遠傳電信門市業者
3	北部台灣大哥大電信門市業者
4	北部亞太電信門市業者
5	北部威寶電信門市業者
6	中部中華電信門市業者
7	中部遠傳電信門市業者
8	中部台灣大哥大電信門市業者
9	中部亞太電信門市業者
10	中部威寶電信門市業者
11	南部中華電信門市業者
12	南部遠傳電信門市業者
13	南部台灣大哥大電信門市業者
14	南部亞太電信門市業者
15	南部威寶電信門市業者

資料來源：本研究整理。

問卷評分方式為邀請專家針對智慧型手機使用需求屬性水準，對於使用者需求評價準則之「實用機能性」、「經濟價值性」、「造形美感性」、「安全容錯性」、「人因操作性」影響地因子程度，選擇強負相關至強正相關等不同的模糊語意，為易於專家填寫問卷之方式，本研究將問卷之專家評判模糊語意尺度轉為符號表示之，如表 4.5 所示。

表 4.5 專家評判模糊語意尺度表

模糊尺度數	模糊數端點	專家評判模糊語意	模糊語意符號
$\tilde{1}$	(1,1,3)	強負相關	\ominus
$\tilde{3}$	(1,3,5)	稍有負相關	-
$\tilde{5}$	(3,5,7)	無相關	\odot
$\tilde{7}$	(5,7,9)	稍有正相關	+
$\tilde{9}$	(7,9,9)	強正相關	\oplus

資料來源：Lee, 2001, A Fuzzy Analytic Hierarchy Process Approach in Nodular Product Design” , Expert Systems, Vol.18, No.1, pp.32-42.

根據專家評判模糊語意尺度表，將 15 位專家所選取之模糊語意，依模糊尺度數轉換成以模糊端點數表示之模糊評判分數，以幾何平均數整合所有專家的模糊評判分數，以取得目標產品評判之專家模糊評判矩陣並進行數值歸一化，如表 4.6 所示，作為後續研究的專家權重決策選項。

表 4.6 產品評判之專家模糊評判矩陣

編號	實用機能性	經濟價值性	造形美感性	安全容錯性	人因操作性
1	(7,9,9)	(7,9,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(1,3,5)
2	(5,7,9)	(7,9,9)	(3,5,7)	(3,5,7)	(1,3,5)
3	(7,9,9)	(5,7,9)	(7,9,9)	(5,7,9)	(3,5,7)
4	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7,9)	(1,3,5)
5	(7,9,9)	(7,9,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(3,5,7)
6	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(1,1,3)	(1,3,5)
7	(5,7,9)	(7,9,9)	(3,5,7)	(1,3,5)	(1,3,5)
8	(7,9,9)	(7,9,9)	(3,5,7)	(1,3,5)	(3,5,7)
9	(7,9,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(1,3,5)	(1,3,5)
10	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)
11	(7,9,9)	(5,7,9)	(1,3,5)	(1,3,5)	(5,7,9)
12	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(1,3,5)
13	(7,9,9)	(5,7,9)	(1,3,5)	(1,1,3)	(3,5,7)
14	(5,7,9)	(7,9,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(1,3,5)
15	(7,9,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(1,1,3)	(3,5,7)
總和	(6,8,9)	(5,7,8)	(3,5,7)	(2,4,6)	(2,4,6)
歸一化	(0.67,0.89,1.00)	(0.56,0.78,0.89)	(0.33,0.56,0.78)	(0.22,0.44,0.67)	(0.22,0.44,0.67)

資料來源：本研究整理。

由上表所知，取得專家三元模糊數之權重值，發現到在實用機能性(0.67,0.89,1.00)、經濟價值性(0.56,0.78,0.89)、造形美感性(0.33,0.56,0.78)上有著比值上的變化，代表這三項屬性攸關使用者對於智慧型手機之選購有著影響性存在；而安全容錯性(0.22,0.44,0.67)與人因操作性(0.22,0.44,0.67)上，在專家比值上並無明顯的差異存在，雖也是影響決策購買關鍵之一，卻無前三者來的容易評斷。實用機能性與經濟價值性在此兩方面上，生產者一方有著重要關鍵取向；造形美感性上則攸關設計師本身對於造形的靈敏度與設計意象的把握。在於專家評斷上將使用者選購之因素，予以模糊化取得適合包容隱性的感性決策，使用者對於產

品評價的差異，其微差多少是否在可接受之權值內，正是運用模糊理論的涵意所在。

當取得專家評判分數後，隨即發放 20 份問卷於智慧型手機使用者填寫，如附錄三所示。共計收回 20 份有效問卷，再將目標產品專家模糊評判分數與使用者自身經驗模糊分數整合，可得到目標產品組合之模糊評判矩陣 A (Apple)、S (Samsung)、H (HTC)、N (Nokia)，並將數值進行歸一化處理，如表 4.7、表 4.8、表 4.9 及表 4.10 所示。

表 4.7 產品組合模糊評判矩陣 A

編號	實用機能性	經濟價值性	造形美感性	安全容錯性	人因操作性
A1	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)
A2	(5,7,9)	(7,9,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)
A3	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,3,5)	(5,7,9)	(3,5,7)
A4	(1,3,5)	(3,5,7)	(3,5,7)	(1,3,5)	(1,1,3)
A5	(5,7,9)	(5,7,9)	(1,3,5)	(7,9,9)	(7,9,9)
A6	(7,9,9)	(7,9,9)	(5,7,9)	(7,9,9)	(5,7,9)
A7	(5,7,9)	(5,7,9)	(1,3,5)	(3,5,7)	(5,7,9)
A8	(7,9,9)	(7,9,9)	(1,3,5)	(1,3,5)	(5,7,9)
A9	(7,9,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(1,3,5)
A10	(5,7,9)	(7,9,9)	(7,9,9)	(5,7,9)	(5,7,9)
A11	(5,7,9)	(7,9,9)	(7,9,9)	(7,9,9)	(7,9,9)
A12	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)
A13	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(3,5,7)
A14	(1,3,5)	(1,3,5)	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)
A15	(5,7,9)	(5,7,9)	(1,3,5)	(5,7,9)	(3,5,7)
A16	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)
A17	(1,3,5)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)
A18	(5,7,9)	(5,7,9)	(1,3,5)	(5,7,9)	(5,7,9)
A19	(5,7,9)	(5,7,9)	(1,3,5)	(5,7,9)	(3,5,7)
A20	(5,7,9)	(5,7,9)	(1,3,5)	(3,5,7)	(5,7,9)
歸一化	(0.43,0.63,0.80)	(0.50,0.70,0.84)	(0.37,0.57,0.74)	(0.47,0.67,0.83)	(0.41,0.60,0.78)

資料來源：本研究整理。

A 目標產品歸一化後所得之結果，在實用機能性 (0.43,0.63,0.80)、經濟價值性 (0.50,0.70,0.84)、造形美感性 (0.37,0.57,0.74)、安全容錯性 (0.47,0.67,0.83) 與人因操作性 (0.41,0.60,0.78) 上，與專家評價之數值具有些許差異存在，實用機能性為 0.06、經濟價值性 0.01、造形美感性 0.18、安全容錯性 0.28 及人因操作性 0.23，其兩者間之微差值都是可被接受，在實用機能性與經濟價值性較為接近專家之評斷。

表 4.8 產品組合模糊評判矩陣 S

編號	實用機能性	經濟價值性	造形美感性	安全容錯性	人因操作性
A1	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(3,5,7)	(5,7,9)
A2	(3,5,7)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,3,5)
A3	(1,3,5)	(3,5,7)	(1,3,5)	(3,5,7)	(3,5,7)
A4	(1,3,5)	(3,5,7)	(3,5,7)	(5,7,9)	(1,3,5)
A5	(5,7,9)	(5,7,9)	(1,3,5)	(5,7,9)	(1,3,5)
A6	(5,7,9)	(3,5,7)	(3,5,7)	(1,3,5)	(1,3,5)
A7	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)
A8	(5,7,9)	(1,3,5)	(3,5,7)	(3,5,7)	(1,3,5)
A9	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(3,5,7)	(1,3,5)
A10	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)
A11	(5,7,9)	(7,9,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)
A12	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)
A13	(5,7,9)	(7,9,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)
A14	(3,5,7)	(1,3,5)	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7,9)
A15	(5,7,9)	(5,7,9)	(7,9,9)	(3,5,7)	(3,5,7)
A16	(7,9,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)
A17	(7,9,9)	(7,9,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(7,9,9)
A18	(5,7,9)	(7,9,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)
A19	(5,7,9)	(5,7,9)	(7,9,9)	(3,5,7)	(3,5,7)
A20	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)
歸一化	(0.50,0.72,0.92)	(0.50,0.72,0.90)	(0.44,0.67,0.87)	(0.42,0.64,0.87)	(0.40,0.62,0.83)

資料來源：本研究整理。

經 S 目標產品歸一化後所得之結果，在實用機能性(0.50,0.72,0.92)、經濟價值性 (0.50,0.72,0.90)、造形美感性 (0.44,0.67,0.87)、安全容錯性 (0.42,0.64,0.87) 與人因操作性 (0.40,0.62,0.83) 上，與專家評價之數值具有些許差異存在，實用機能性為 0.14、經濟價值性 0.03、造形美感性 0.10、安全容錯性 0.20 及人因操作性 0.18，其兩者間之微差值都是可被接受，且經濟價值性較於接近專家的評斷。

表 4.9 產品組合模糊評判矩陣 H

編號	實用機能性	經濟價值性	造形美感性	安全容錯性	人因操作性
A1	(5,7,9)	(5,7,9)	(7,9,9)	(5,7,9)	(5,7,9)
A2	(5,7,9)	(7,9,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)
A3	(3,5,7)	(1,3,5)	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)
A4	(5,7,9)	(5,7,9)	(7,9,9)	(5,7,9)	(5,7,9)
A5	(5,7,9)	(3,5,7)	(1,3,5)	(5,7,9)	(5,7,9)
A6	(5,7,9)	(3,5,7)	(3,5,7)	(1,3,5)	(1,3,5)
A7	(7,9,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)
A8	(5,7,9)	(7,9,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)
A9	(7,9,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(1,3,5)
A10	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)
A11	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)
A12	(5,7,9)	(7,9,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)
A13	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(3,5,7)
A14	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)	(5,7,9)	(3,5,7)
A15	(5,7,9)	(5,7,9)	(7,9,9)	(5,7,9)	(5,7,9)
A16	(5,7,9)	(5,7,9)	(1,3,5)	(3,5,7)	(3,5,7)
A17	(7,9,9)	(7,9,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)
A18	(5,7,9)	(5,7,9)	(7,9,9)	(5,7,9)	(5,7,9)
A19	(5,7,9)	(5,7,9)	(7,9,9)	(5,7,9)	(5,7,9)
A20	(7,9,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)
歸一化	(0.58,0.80,0.98)	(0.54,0.77,0.94)	(0.53,0.76,0.92)	(0.50,0.72,0.94)	(0.44,0.67,0.89)

資料來源：本研究整理。

H 目標產品歸一化後所得之結果，於實用機能性 (0.58,0.80,0.98)、經濟價值性 (0.54,0.77,0.94)、造形美感性 (0.53,0.76,0.92)、安全容錯性 (0.50,0.72,0.94) 與人因操作性 (0.44,0.67,0.89) 上，與專家評價之數值具有些許差異存在，實用機能性為 0.06、經濟價值性 0.01、造形美感性 0.18、安全容錯性 0.28 及人因操作性 0.23，其兩者間之微差值都是可被接受，且實用機能性及經濟價值性較於接近專家的評斷。

表 4.10 產品組合模糊評判矩陣 N

編號	實用機能性	經濟價值性	造形美感性	安全容錯性	人因操作性
A1	(3,5,7)	(1,3,5)	(1,1,3)	(1,3,5)	(1,1,3)
A2	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)
A3	(1,3,5)	(1,3,5)	(3,5,7)	(1,3,5)	(1,3,5)
A4	(5,7,9)	(1,3,5)	(3,5,7)	(3,5,7)	(1,3,5)
A5	(1,3,5)	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)
A6	(5,7,9)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,3,5)
A7	(3,5,7)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,3,5)
A8	(1,3,5)	(5,7,9)	(5,7,9)	(1,3,5)	(5,7,9)
A9	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(3,5,7)	(5,7,9)
A10	(3,5,7)	(5,7,9)	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)
A11	(3,5,7)	(5,7,9)	(7,9,9)	(5,7,9)	(5,7,9)
A12	(1,3,5)	(1,3,5)	(3,5,7)	(1,3,5)	(1,3,5)
A13	(5,7,9)	(3,5,7)	(3,5,7)	(1,1,3)	(3,5,7)
A14	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)	(1,3,5)	(1,3,5)
A15	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7,9)	(1,3,5)	(1,3,5)
A16	(1,3,5)	(3,5,7)	(1,3,5)	(3,5,7)	(1,3,5)
A17	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7,9)
A18	(3,5,7)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,1,3)	(1,3,5)
A19	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7,9)	(1,3,5)	(1,3,5)
A20	(3,5,7)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,3,5)
歸一化	(0.34,0.56,0.79)	(0.34,0.57,0.79)	(0.34,0.56,0.77)	(0.23,0.43,0.66)	(0.27,0.48,0.70)

資料來源：本研究整理。

對 N 目標產品歸一化後所得知，於實用機能性 (0.34,0.56,0.79)、經濟價值性 (0.34,0.57,0.79)、造形美感性 (0.34,0.56,0.77)、安全容錯性 (0.23,0.43,0.66) 與人因操作性 (0.27,0.48,0.70) 上，與專家評價之數值具有些許差異存在，實用機能性為 0.29、經濟價值性 0.17 及人因操作性 0.04，其兩者間之微差值都是可被接受，至於造形美感性與安全容錯性則與專家評斷值完全相同。

經由上述建立好四組目標產品模糊評判矩陣後，由專家輸入對需求準則的重視程度，將使用者自身經驗轉化成以模糊數端點表示的使用性需求矩陣，導入專家權重矩陣 W ，以求得產品最適確的使用選擇及擇優評價。

$$W = [(0.67, 0.89, 1.00) \quad (0.56, 0.78, 0.89) \quad (0.33, 0.56, 0.78) \quad (0.22, 0.44, 0.67) \quad (0.22, 0.44, 0.67)]$$

4.3.5 計算權重與決策選項擇優評價

為瞭解對產品使用效益重視程度的選擇，經由使用者自身之經驗所組成之模糊評判矩陣與專家權重轉置矩陣 W^T 相互運算，經由模糊運算式以取得目標產品各組合模糊總分矩陣 R ，便可分析何者為使用性效益最高之目標產品，運算結果如表 4.11 所示。

計算出目標屬性群組，與產品組合群之模糊總分矩陣後，依第二章所提出之模糊平均數計算公式，式 2.11，計算出產品組合群之模糊平均數 $\tilde{x}(\tilde{r}_i)$ ，如表 4.12 所示。

表 4.11 屬性群之模糊平均數

模糊評判矩陣	A	S	H	N
實用機能性 模糊數 \tilde{r}_i	(0.29,0.56,0.80)	(0.33,0.64,0.92)	(0.39,0.71,0.98)	(0.23,0.50,0.79)
模糊平均數 $\tilde{x}(\tilde{r}_i)$	0.55	0.63	0.69	0.50
經濟價值性 模糊數 \tilde{r}_i	(0.28,0.55,0.75)	(0.28,0.56,0.80)	(0.30,0.60,0.84)	(0.19,0.44,0.70)
模糊平均數 $\tilde{x}(\tilde{r}_i)$	0.53	0.55	0.58	0.44
造形美感性 模糊數 \tilde{r}_i	(0.12,0.31,0.58)	(0.15,0.38,0.68)	(0.17,0.43,0.72)	(0.11,0.31,0.60)
模糊平均數 $\tilde{x}(\tilde{r}_i)$	0.34	0.40	0.44	0.34
安全容錯性 模糊數 \tilde{r}_i	(0.10,0.29,0.56)	(0.09,0.28,0.58)	(0.11,0.32,0.63)	(0.05,0.19,0.44)
模糊平均數 $\tilde{x}(\tilde{r}_i)$	0.32	0.31	0.35	0.23
人因操作性 模糊數 \tilde{r}_i	(0.09,0.26,0.52)	(0.09,0.27,0.56)	(0.10,0.29,0.60)	(0.06,0.21,0.47)
模糊平均數 $\tilde{x}(\tilde{r}_i)$	0.29	0.31	0.33	0.25

資料來源：本研究整理。

表 4.12 產品組合群之模糊平均數

產品模糊矩陣	三角模糊數 \tilde{r}_i	模糊平均數 $\tilde{x}(\tilde{r}_i)$
H	(0.21,0.47,0.75)	0.48
S	(0.19,0.43,0.71)	0.44
A	(0.18,0.39,0.64)	0.40
N	(0.13,0.33,0.60)	0.35

資料來源：本研究整理。

經產品屬性群之模糊平均數 $\tilde{x}(\tilde{r}_i)$ 得知：

1. 實用機能性之 H 矩陣測試的智慧型手機 ($\tilde{x}(\tilde{r}_i) = 0.69$) > S 矩陣 ($\tilde{x}(\tilde{r}_i) = 0.63$) > A 矩陣 ($\tilde{x}(\tilde{r}_i) = 0.55$) > N 矩陣 ($\tilde{x}(\tilde{r}_i) = 0.50$)。影響此結果可能因其具有高度直覺性使用操作與貼近使用者真正的需求性，方能於實用機能性上有高度認同性。
2. 經濟價值性之 H 矩陣測試的智慧型手機 ($\tilde{x}(\tilde{r}_i) = 0.58$) > S 矩陣 ($\tilde{x}(\tilde{r}_i) = 0.55$) > A 矩陣 ($\tilde{x}(\tilde{r}_i) = 0.53$) > N 矩陣 ($\tilde{x}(\tilde{r}_i) = 0.44$)。在經濟價值上，其附加價值、彈性擴充或是未來性，有其影響關鍵存在。
3. 造形美感性之 H 矩陣測試的智慧型手機 ($\tilde{x}(\tilde{r}_i) = 0.44$) > S 矩陣 ($\tilde{x}(\tilde{r}_i) = 0.40$) > A 矩陣與 N 矩陣 ($\tilde{x}(\tilde{r}_i) = 0.34$)。影響此因子決策，在造形多元與線條形態有著絕佳的比例與視覺因素，是吸引目光的關鍵之一。
4. 安全容錯性之 H 矩陣測試的智慧型手機 ($\tilde{x}(\tilde{r}_i) = 0.35$) > A 矩陣 ($\tilde{x}(\tilde{r}_i) = 0.32$) > S 矩陣 ($\tilde{x}(\tilde{r}_i) = 0.31$) > N 矩陣 ($\tilde{x}(\tilde{r}_i) = 0.23$)。安全性所探討之問項，在資料保全與容許錯誤操作以不易導致系統不穩或危險性存在。

5. 人因操作性之 H 矩陣測試的智慧型手機 ($\tilde{x}(\tilde{r}_i) = 0.33$) > S 矩陣 ($\tilde{x}(\tilde{r}_i) = 0.31$) > A 矩陣 ($\tilde{x}(\tilde{r}_i) = 0.29$) > N 矩陣 ($\tilde{x}(\tilde{r}_i) = 0.25$)。符合人體工學之測試，人機操作上具有高度的穩定性與舒適性，測試的基礎所在。

在各項評判準則中，專家對於智慧型手機所重視之實用機能性 ($\tilde{x}(\tilde{r}_i) = 0.85$)、經濟價值性 ($\tilde{x}(\tilde{r}_i) = 0.74$)、造形美感性 ($\tilde{x}(\tilde{r}_i) = 0.56$)、安全容錯性 ($\tilde{x}(\tilde{r}_i) = 0.44$) 與人因操作性 ($\tilde{x}(\tilde{r}_i) = 0.44$) 等決策影響因子，其權重比值是影響本研究案列分析的決策重點所在。智慧型手機是因應時代潮流所孕育而生的產品，在商務處理上有其重要性之處，因此在專家的決策中，智慧型手機的實質效用性將是影響選購的最大關鍵；在經濟價值性上，使否能為擴大產品或是潛在產品，是決策者與設計師所賦予的產品內涵；在造形美感上，則是設計師如何詮釋產品內涵的重要關鍵之處；另外對於安全容錯性與人因操作性上，其兩者權重數值皆為 0.44，其所影響的關鍵因素就不如前三者為重，較易區別。

將產品組合之模糊平均數進行大小排序，若有分數相同之情況，以目標產品組成份效用值總分較高者為優先推薦。得知 H 矩陣之模糊平均數 ($\tilde{x}(\tilde{r}_i) = 0.48$) > S ($\tilde{x}(\tilde{r}_i) = 0.44$) > A ($\tilde{x}(\tilde{r}_i) = 0.40$) > N 矩陣 ($\tilde{x}(\tilde{r}_i) = 0.35$)。因此，H 矩陣所代表之智慧型手機是符合使用者對於產品使用需求具較佳實用性，次者為 S 矩陣的測試智慧型手機，再者為 A 矩陣所代表之智慧型手機，最後則為 N 矩陣中的智慧型手機。

第五章 結論與建議

本研究以「使用者需求」與「產品效益」為導向，藉由模糊聚類分析獲取與影響產品使用效益之需求項目，透過對目標產品的特徵分析與將需求屬性聚類化，以小規模之受測資料進行系統的模擬與測試，並驗證本研究之評價系統的效用性與誤差性，而此系統之發展將有助於提升設計師於產品設計開發過程的效率，同時也提供更為貼近使用者真正需求的效益性，以下將針對本研究經過完整的流程與步驟執行後，在研究成果與貢獻，藉由模糊理論的驗證進行提升產品效益性最適化之推論以及後續研究方針與建議兩方面，最後所結果得知，運用模糊理論於產品評價上，能包容隱性且模糊的認知區間，在評價上利用模糊理論之觀點是可運用之論述。

5.1 研究成果與貢獻

再尋求使用者滿意度與產品效益之提升中，首要確定的是使用者的需求。本研究透過相關文獻與問卷研究的蒐集與整理，以界定使用者對產品使用性需求因子與評價相關資訊，運用模糊聚類方式將性質相似之屬性因子歸類，取得需求評價準則之「實用機能性」、「經濟價值性」、「造型美感性」、「安全容錯性」、「人因操作性」群組決策因子。在產品設計過程中，產品的外形常常影響消費者對產品的喜好與印象，可是如何使產品的形態設計能更為貼近使用者需求，一直都是設計師與工程師追求的目標，而產品生命週期也是產品與企業成功與否的關鍵點所在，只有清楚掌握使用者對於產品需求影響因子的界定，方能快速衍生符合使用

者真正需求的指標。

使用者對於產品使用性之評價是屬於多準則決策之問題，並不是單一向度指標即能完整解釋。大多數使用者對於自身真正需求無法清楚闡述，在此本研究帶入模糊理論之論述，對於模糊不清之感覺的度量與掌握，仍是有效的方法。本研究的重點在於，探究使用者需求與產品使用上是有相互依存之關係存在，使用者對產品的需求本就屬於模糊且隱性的關聯，而本研究透過模糊聚類分析的應用，經由問卷對使用者廣泛的調查分析，實際將需求屬性因子與產品效益之間的關聯性，將模糊且隱性的關係數據化，幫助產品研發人員或設計師對於產品開發前期可更準確的進行使用族群的需求調查，使產品產生更大的價值性。

最後，本研究在第五章對使用者進行需求因子之測試，以驗證評價系統準則的應用可行性，發現智慧型手機不管在任何機型上，在「實用機能性」、「經濟價值性」、「造形美感性」佔有很重大的影響因素存在，想要掌握使用者購買程度高低，就需清楚理解使用者隱性的使用需求。於此，本研究運用模糊理論於產品評價上，是可有效運用的研究方法，並作為最適化與提升產品使用適確性之權衡依據，與更有效性地分配設計資源參考值。

5.2 後續研究建議

本研究應用模糊理論於產品評價分析，而經本研究的分析結果，初步完整地解釋使用者需求度與需求因子的相關性，以釐清使用者真正需求。有關未來的應用方向與後續研究之建議：

1. 決策矩陣是以非二元集合論的定義，此與使用者主觀評價的模糊性與不確定性相符，此用模糊理論判定的結果容易導出使用者評價中隱含的資訊，後續研究可繼續運用模糊理論之論點，繼續深討之。
2. 產品的使用需求性並非固定不變，而是隨產品類別、時間、族群、環境等外界因素而改變，因此，未來研究可針對不同產品、族群、時間變動性與效益性之議題加以探討。同時，亦可針對本研究提出之相關需求屬性類別、權重模式與使用效益推論模式等，應用於不同領域，探討這些方法與模式的可行性與可信度。
3. 本研究所使用之準則程度模糊尺度數為 1、3、5、7、9，共分為 5 等級，後續的發展可以嘗試使用更為複雜且精確的權重級數，在不混淆使用者需求準則的重視程度下，應能更有效的反應使用者的真實需求。本研究以平均數之大小比較各目標產品的評分程度，後續研究可以考量其他數學運算方是，以得到更為精準的準則推論。

參考文獻

中文部分

1. 毛連塏、郭有通、陳龍安、林幸台，2000，創造力研究，心理出版社，臺北市。
2. 方永綏、徐永超，1980，系統工程基礎-概念、目的和方法，上海科學技術出版社，上海。
3. 史濟懷，2001，組合恆等式，中國科學技術大學出版社，合肥市。
4. 汪應洛，1982，系統工程導論，機械工業出版社，北京。
5. 吳亞仁，2008，觸控式螢幕介面設計之使用性研究-以手持式汽車導航儀為例，國立台灣科技大學，設計研究所碩士論文。
6. 林振陽，1984，“產品評價技術應用於工業產品設計上效用性之研究”，工職雙月刊，第四卷，第八期，頁 31-42，12 月。
7. 林振陽、蕭世文、羅際鎡、柯雅娟，2009，“應用模糊理論於創意形態設計之發展”，南華大學應用藝術與設計學報，第四期，頁 25-37。
8. 周國強，2002，“經濟系統綜合經濟效益評價方法比較”，武漢理工大學學報。
9. 邱皓政，2000，社會與行為科學的量化研究與統計分析，五南圖書出版有限公司，臺北市。
10. 游萬來、周鴻儒譯，Harold R. Buhl, 原著，1992，創造性工程設計，一版，六合出版社，臺北市。
11. 區奕勤、張先迪，1991，模糊數學原理及應用，初版，儒林圖書有限公司，臺北市。

12. 陳俊智，2008，應用品質工程模式於產品感性設計，國立交通大學，應用藝術博士論文。
13. 黃俊英，2000，多變量分析，中國經濟企業研究所，臺北市。
14. 溫瑞芯譯，Vogel C. M., Cagan J., & Boatwright P., 原著，2006，創新設計，初版二刷，紅螞蟻圖書有限公司，臺北市。
15. 楊英魁，1992，Fuzzy 理論與應用實務，全華科技圖書公司，臺北市。
16. 劉菊梅，1998，“了解顧客的需求”，流通世界雜誌，第 94 卷，第 10 期，頁 87-89。
17. 劉錦洲，1993，“二維品質模式在服務品質上之應用”，品質管制月刊，第 29 卷，第 5 期，頁 33-41。
18. 鄭子琳，2010，以顧客需求為導向的網路 3D 產品選購系統之建立，國立成功大學，工業設計學系碩士論文。
19. 盧居福，1998，“臺大學生網路選課需求型態及需求滿意度之研究”，體育學報，第 12 期，頁 57-64。
20. 蕭羨一譯，Cagan J., Vogel C. M., 原著，2004，創造突破性產品，財團法人中衛發展中心，臺北市。
21. 闕頌廉，2001，應用模糊數學，科技圖書股份有限公司，臺北市。

外文部分

1. C. Temponi, J. Yen and W. A. Tian, 1999, "House of quality: a fuzzy logic-based requirements analysis", European Journal of Operational Research, Vol.117, pp.340-354.
2. H. Moskowitz and K. J. Kim, 1997, "QFD optimizer: a novice friendly quality Function Deployment decision support system for optimizing product designs", Computers and Engineer, Vol.3, pp.641-655.
3. J. Nielsen, 2005, Usability Engineering, Academic Press Ltd, New York.
4. J. K. Kim, C. H. Han and S. H. Choi, 1998, "A knowledge-base Approach to the quality function deployment", Computers & Industrial Engineering, Vol.35, No.1-2, pp.233-236.
5. J. Preece, Y. Rogers and H. Sharp, 2002, Interaction Design, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
6. J. Nielsen, 1993, Usability Engineering. Boston, MA : Academic press.
7. L. A. Zadeh, 1965, "Fuzzy sets", Information and Control, Vol.8, pp.338-353.
8. L. A. Zadeh, 1975, "The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning", Information Science, Vol.8, pp.199-249.
9. L. V. Vanegas and A. W. Labib, 2001, "A fuzzy quality function deployment (FDFD) model for deriving optimum targets", International Journal of Production Research, Vol.39, No.1, pp.99-120.
10. N. Crilly, J. Moultrie, and P. J. Clarkson, 2004, "Seeing thing: consumer response to the visual domain in product design", Design Studies, Vol.20, pp.1-31.

11. N. Wiener, 1950, The Human Use of Human Beings Cybematics and Society, Houghton Mifflin and Co. U.S.A.
12. P. Kotler, 1988, Marketing Management: Analysis, Planning, Implementation and Control (6th ed.), Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
13. P. W. Jordan, 2000, Designing Pleasurable Products: An Induction to New Human Factors, London: Taylor and Francis.
14. R. Y. K. Fung, Popplewell K. and Xie J., 1998, "An intelligent hybrid system for customer requirements analysis and product attribute targets determination", International Journal of Production Research, Vol.36, No.1, pp.13-34.
15. S.W. Hsiao, 1998, "Fuzzy Logic Based Decision Model for Product Design", International Journal of Industrial Ergonomics, Vol.21, pp.103-116.
16. S.W. Hsiao and H.C. Tsai, 1994, "Fuzzy set theory on car-color design", Color Research and Application, Vol.19, pp.202-213.
17. S.W. Hsiao and C.H. Chen, 1997, "A semantic and shape grammar based approach for product design", Design Studies, Vol.18, No.3, pp.275-296.
18. S.W. Hsiao, 1994, "Fuzzy Set Theory Applied to Car Style Design", International Journal of Vehicle Design, Vol.15, No.3-5, pp.255-278.
19. S.W. Hsiao and C.W. Fan, 1996, "Integrated FSM, STM and DFA Method to Faucet Design", Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers, Vol.13, No.3, pp.225-235.
20. T. L., Saaty, 1980, The analytic hierarchy process, McGraw-Hill, New York.
21. T. L., Saaty, 2003, "Decision-making with the AHP: why is the principal eigenvector necessary?", European Journal of Operational Research, Vol.45, No.1, pp.85-91.

22. T. L., Saaty, 2003, “Decision-making with the AHP: why is the principal eigenvector necessary?”, European Journal of Operational Research, Vol.38, No.3-4, pp.233-244.
23. W. B. Lee, H. Lau, Z. Z. Liu and S. Tam, 2001, “A Fuzzy Analytic Hierarchy Process Approach in Nodular Product Design”, Expert Systems, Vol.18, No.1, pp.32-42.
24. X. Wang and M. Ha, 1992, “Fuzzy linear regression analysis”, Fuzzy Sets and Systems, Vol.51, pp.179-188.
25. Z. Y. Wang and S. M. Li, 1990, “Fuzzy linear regression analysis of fuzzy valued variables”, Fuzzy Sets and Systems, Vol.36, pp.125-1136.

網路部分

百度百科 <http://baike.baidu.com/view/26945.htm>

維基百科 <http://zh.wikipedia.org/wiki/P-%E8%BF%9B%E6%95%B0>

附錄一

智慧型手機圖片

1.Apple



2.Apple



3.Samsung



4.Samsung



5.Samsung



6.Samsung



7.Samsung



8.Samsung



9.Samsung



10.Samsung



資料來源：奇摩購物中心。

智慧型手機圖片

11.HTC



12.HTC



13.HTC



14.HTC



15.HTC



16.HTC



17.HTC



18.HTC



19.HTC



20.HTC



資料來源：奇摩購物中心。

智慧型手機圖片

21.Sony Ericsson



22.Sony Ericsson



23.Sony Ericsson



24.Sony Ericsson



25.Sony Ericsson



26.Sony Ericsson



27.Sony Ericsson



資料來源：奇摩購物中心。

附錄二

專家問卷權重問卷

親愛的專員，您好：

謝謝您抽空填答本問卷，本問卷的研究主要在於「**運用模糊理論於產品評價之研究**」，希望藉由您的觀點，幫助我們了解智慧型手機使用者對於使用性需求及選購之影響因素。以下所填寫之資料僅作為學術研究之用，絕不對外公開或做其他用途，謝謝您的寶貴意見，感謝您參與本階段的研究，謝謝您！

南華大學 應用藝術與設計學系 指導教授：林振陽

南華大學 應用藝術與設計學系碩士班 研究生：張繼洋

第一部分

1. 請問您使用智慧型手機時間 未滿 6 個月 6 個月以上一年以下 一年以上一年半以下 一年半以上兩年以下 兩年以上
2. 請問您購買手機時，最重視智慧型手機什麼部分 手機價格 外形樣式 品牌印象 軟體操作 硬體規格
3. 請問您對現今智慧型手機產品資訊的理解程度 幾乎完全瞭解 大部分瞭解 尚可 不太瞭解 幾乎完全不瞭解
4. 請問您的生活地區 北部 中部 南部
5. 除了通話以外，請問您最常運用智慧型手機哪個功能 收發簡訊 影音娛樂 上網瀏覽 拍照攝影 閱讀文件
6. 請問您通常購買智慧型手機時的原因 有符合期望的新產品就會購買 電信續約滿時購買 手機損壞或遺失時才購買
7. 請問您目前使用智慧型手機時的偏好方式 使用實體按鍵操控 使用觸控式螢幕操控 使用聲控的方式操控

第二部分

請依據您對於一般使用者操作智慧型手機使用需求的認知，針對以下 5 組屬性需求選項，請參考下表，填寫您對於由感覺強弱的語意符號，請給予您的專業意見，做為本研究專業參考，謝謝。

專家評判模糊語意	模糊語意符號
強負相關	⊖
稍有負相關	-
無相關	⊙
稍有正相關	+
強正相關	⊕

屬性項目	實用機能性	經濟價值性	造形美感性	安全容錯性	人因操作性
感覺程度					

謝謝您的耐心作答，萬般感謝您的專業知識。

附錄三

使用者問卷

親愛的朋友，您好：

謝謝您抽空填答本問卷，本問卷的研究主要在於「**運用模糊理論於產品評價之研究**」，希望藉由您的觀點，幫助我們了解智慧型手機使用者對於使用性需求及選購之影響因素。以下所填寫之資料僅作為學術研究之用，絕不對外公開或做其他用途，謝謝您的寶貴意見，感謝您參與本階段的研究，謝謝您！

南華大學 應用藝術與設計學系 指導教授：林振陽

南華大學 應用藝術與設計學系碩士班 研究生：張繼洋

第一部分

1. 請問您使用智慧型手機時間 未滿 6 個月 6 個月以上一年以下 一年以上一年半以下 一年半以上兩年以下 兩年以上
2. 請問您對現今智慧型手機產品資訊的理解程度 幾乎完全瞭解 大部分瞭解 尚可 不太瞭解 幾乎完全不瞭解
3. 請問您的生活地區 北部 中部 南部
4. 除了通話以外，請問您最常運用智慧型手機哪個功能 收發簡訊 影音娛樂 上網瀏覽 拍照攝影 閱讀文件
5. 請問您目前使用智慧型手機時的偏好方式 使用實體按鍵操控 使用觸控式螢幕操控 使用聲控的方式操控

第二部分

請您依據本研究所選擇之目標手機，根據您的使用性需求上給予操作評選程度高低之分數，謝謝您的合作。

屬性項目	實用機能性	經濟價值性	造形美感性	安全容錯性	人因操作性
A 手機					
B 手機					
C 手機					
D 手機					