

# 東 海 大 學

工業設計學系碩士班

碩士論文

結合模糊多屬性評估法應用於決策支援系  
統之研究-以智慧型手機為例

Applying the Fuzzy Multi-Attribute Decision Making to  
Decision Support System-A Case Study of Smart Phones

研 究 生：鍾仁傑

指 導 教 授：王中行

中 華 民 國 九 十 九 年 七 月

# 碩士學位論文口試委員會審定書

工業設計研究所 鍾仁傑 君所提供之論文

結合模糊多屬性評估法應用於決策支援系統之研究—以智慧型手機為例

經本委員會審定通過，特此證明。

論文口試委員會

委員：

王中行

陳維玲

楊進煌

陳維玲

鄭炳發

指導教授：

王中行

中華民國 99 年 7 月 11 日

# 博碩士論文電子檔案上網授權書

(提供授權人裝釘於紙本論文書名頁之次頁用) ID:098THU00038013

本授權書所授權之論文為授權人在東海大學 (創意設計暨藝術學院) 工業設計學系碩士班 甲組 九十八學年度第二學期取得碩士學位之論文。

論文題目：結合模糊多屬性評估法應用於決策支援系統之研究-以智慧型手機為例

指導教授：王中行

茲同意將授權人擁有著作權之上列論文全文(含摘要)，提供讀者基於個人非營利性質之線上檢索、閱覽、下載或列印，此項授權係非專屬、無償授權國家圖書館及本人畢業學校之圖書館，不限地域、時間與次數，以微縮、光碟或數位化方式將上列論文進行重製，並同意公開傳輸數位檔案。

上列論文為授權人向經濟部智慧財產局申請專利之附件或相關文件之一(專利申請案號： )，請於 年 月 日後再將上列論文公開或上載網路。

因上列論文尚未正式對外發表，請於 2013 年 08 月 12 日後再將論文數位化檔案上載網路公開。

授 權 人

研究生姓名： (請親筆正楷簽名)

中 華 民 國 九 十 九 年 八 月 十 一 日

## 中文摘要

現實環境中，決策的影響因素繁多，且因素間常相互矛盾，實務上為了方便訂出決策評估結果，決策者通常會直接採用最小成本，或最大效益的單一衡量標準做為評估準則，本研究認為這不符合多元複雜的社會環境，因此提出一套以模糊多屬性理論為基礎的決策支援系統架構。

本研究藉由模糊多屬性理論為基礎之決策支援系統架構，改善單一準則選擇或屬性評估上所面臨的問題，研究上以決策支援系統理論、方法為基礎，引入模糊理論的概念，將消費者對該產品的重視因素及評估值轉為模糊語意之模糊數，以更接近現實的表達結果，透過模糊層級分析法(Fuzzy Analytic Hierarchy Process, FAHP)導入模糊運算式計算權重，接著以模糊理想解類似度偏好順序評估法(Fuzzy Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution, FTOPSIS)來進行方案的排序，最後得到最接近消費者心中滿意的產品，提供最佳的決策方案。在決策過程中，由 FAHP 提供權重概念，FTOPSIS 做為方案排序的主要工具，以建構更適現實環境所需之模糊多屬性決策支援系統。案例驗證上，本研究以智慧型手機進行探討。經案例驗證後具體達成以下成效：

1. 結合模糊理論於層級分析法及理想解類似度偏好順序評估法，藉由模糊的計算，在因素權重及產品方案排序上能有更周全考量。

2. 在決策支援系統部份，以 Matlab 撰寫程式，使用者自行輸入評估因素權重值及對各方案之評估值，由系統提供方案排序供使用者決策。

關鍵字：模糊語意、模糊 AHP、模糊 TOPSIS、決策支援系統、智慧型手機。

## 英文摘要

In real situation, there are many impact factors on decision making, but these factors are contradictory to each other. Practically, in order to make the evaluation easier and more convenient, the decision maker would simply choose the single criteria to achieve minimum cost or maximum benefits. However, it is not qualified to modern complex society. As the result, the object of this research is address a decision support system with fuzzy multi-attribute decision making theory.

This research is employed to a decision support system with fuzzy multi-attribute decision making theory to improve problems caused by single criteria or single attribute evaluation decision making. It is applied decision support system theory and method as foundation, combined with fuzzy theory, to translate consumers' valued factors and evaluated scores into fuzzy semantic number in order to present the real result. By using fuzzy AHP and FAHP, the method provides the weight for the sum. Then, using the Fuzzy TOPSIS to sort the cases, the system would provide the best decision making method and indicate the customers' most satisfied product at the final stage. During the process, FAHP will provide the concept as weight, and FTOPSIS is the main tool to sort the cases. It will construct a fuzzy multi-attribute decision support and make system to meet the real environment. For testing and verifying part, this research discusses the cases of smartphones. After running through the system, the cases provided the following concrete contributions:

1. Combined fuzzy theory with analytic hierarchy process theory and technique for order preference by similarity to ideal solution provides a thorough solution for products and factors weights order.

2. In decision support system part, by using Matlab, users are able to key in evaluated factors weight and alternatives. the system will provide the ordinal cases for decision makers.

Keywords: fuzzy semantics, Fuzzy AHP, Fuzzy TOPSIS, Decision support system, smartphone

## 致謝

首先誠摯的感謝指導教授 王中行博士悉心的指導，讓學生領悟到獨立思考的重要性，並論文寫作期間不時的討論及指點我論文的方向，使我獲益匪淺，而老師對學問的嚴謹更是我學習的典範。而在論文口試期間，感謝郭炳宏教授、林均燁教授、陳維隆教授及楊進煌教授費心審閱並賜與許多寶貴意見，讓本論文的缺失得以補正更臻完善，在此向您們致上學生最崇高的謝意及敬意。

特別要感謝的是南開科技大學的張庭瑞老師及歐錦文老師，感謝張老師當初鼓勵我來唸研究所，讓我可以往更高的學術殿堂邁進，感謝歐老師在我論文方法上給予許多寶貴的意見，讓我得以順利完成。

在工設所的日子，隨著論文的付梓，即將劃上句點，這段時間以來的點點滴滴，有回憶及不捨。在修業期間，感謝學長姐寬憲、若萍、宏偉、張晟、文彬、翠蓮、麗恩與依倫，謝謝你們的關懷與勉勵。感謝我最麻吉的同學永鴻、惠華、雅惠、阿寬與阿亮，特別是永鴻，感謝你在當兵期間還要特地為了我抽空討論論文事宜，感謝學弟妹泰華、靜如、陳璽、筱玟、QQ、丸子、Fibi、佳玲與 Vovo，因為有你們的陪伴，讓我研究所生活總是充滿著歡笑的時光。感謝女友佩瑤在背後默默支持與陪伴，常因為我在趕論文而一起在東海看著美麗的日出，謝謝妳的體諒與包容。另外也感謝系秘書 解美英小姐和系助教 李穎勳小姐在學業事務上的協助與幫忙。

而最後，特將本文獻給我摯愛的雙親，感謝母親您無怨無悔對我的養育與無時無刻的關懷照顧，還有父親在經濟上與精神上的支持，讓我能專注於課業研究中，願以此與家人共享。

鍾仁傑 謹致於東海

2010年8月

## 目 錄

中文摘要.....	III
英文摘要.....	V
致謝.....	VII
第一章、緒論.....	1
1-1 研究背景及動機.....	1
1-2 研究目的.....	2
1-3 研究方法與步驟.....	3
1-4 全文架構.....	5
第二章、文獻探討.....	7
2-1 決策支援系統.....	7
2-1-1 決策支援系統定義.....	9
2-1-2 決策支援系統架構.....	11
2-2 模糊理論.....	15
2-2-1 模糊數之運算.....	17
2-2-2 解模糊化.....	18
2-3 多屬性決策理論.....	20
2-4 層級分析法.....	24
2-4-1. 層級分析法概要.....	24

2-4-2. 模糊層級分析法 .....	29
2-5 理想解類似度偏好順序評估法 .....	32
2-5-1. 理想解類似度偏好順序評估法概要 .....	32
2-5-2. 模糊理想解類似度偏好順序評估法 .....	34
2-6 智慧型手機 .....	35
2-6-1 智慧型手機產業概況 .....	37
第三章、研究方法 .....	40
3-1 因素權重分析 .....	40
3-1-1. AHP流程 .....	40
3-1-2. FAHP流程 .....	44
3-2 決策數值分析 .....	49
3-2-1. FTOPSIS流程 .....	49
第四章、實例驗證 .....	61
4-1 系統說明 .....	61
4-2 案例說明-智慧型手機 .....	61
4-3 智慧型手機權重分析 .....	67
4-4 智慧型手機方案排序 .....	71
4-5 系統操作介面及相關參數設定 .....	73
4-6 結果討論 .....	77

第五章、結論與建議 .....	79
5-1 結論 .....	79
5-2 建議 .....	80
參考文獻.....	82

## 圖 目 錄

圖 1-1 研究流程圖 .....	4
圖 2-1 決策支援系統的發展過程 .....	8
圖 2-2 決策支援系統構成單元 .....	12
圖 2-3 明確集合與模糊集合示意圖 .....	17
圖 2-4 模糊數形式 .....	18
圖 2-5 階層式架構示意圖 .....	25
圖 2-6 2010 年全球手機出貨預測(拓璞產業研究所，2009).....	37
圖 3-1 模糊語意不對稱情況 .....	44
圖 3-2 三角模糊數隸屬度函數圖 .....	45
圖 3-3 TOPSIS概念示意圖 .....	49
圖 3-4 矩陣隸屬度函數圖 .....	51
圖 4-1 Matlab操作介面.....	74
圖 4-2 FAHP參數設定部份 .....	74
圖 4-3 程式輸出結果 .....	75
圖 4-4 FTOPSIS參數設定畫面。 .....	76
圖 4-5 最後各方案的排序結果.....	76

## 表 目 錄

表 2-1 決策支援系統的定義 .....	10
表 2-1 決策支援系統的定義(續) .....	11
表 2-2 使用者介面型態比較 .....	13
表 2-3 明確集合與模糊集合之差異表 .....	16
表 2-4 多屬性決策與多目標決策之特徵比較 .....	20
表 2-5 多屬性評估法種類優缺比較 .....	21
表 2-5 多屬性評估法種類優缺比較(續) .....	22
表 2-5 多屬性評估法種類優缺比較(續) .....	23
表 2-5 多屬性評估法種類優缺比較(續) .....	24
表 2-6 八種模糊語意變數表 .....	30
表 3-1 AHP評估尺度意義及說明 .....	41
表 3-2 隨機指標( <i>R.I.</i> )表 .....	43
表 3-3 模糊語意變數表 .....	45
表 3-4 評估值矩陣語意尺度 .....	51
表 3-5 消費者的填答結果 .....	54
表 3-6 正倒值矩陣 .....	54
表 3-7 計算直欄總和 .....	54
表 3-8 正規化正倒值矩陣 .....	55

表 3-9 因素權重值 .....	55
表 3-10 模糊互補矩陣 .....	56
表 3-11 模糊互補矩陣(小).....	56
表 3-12 模糊互補矩陣(中) .....	56
表 3-13 模糊互補矩陣(大) .....	57
表 3-14 因素權重值(小) .....	57
表 3-15 因素權重值(中) .....	57
表 3-16 因素權重值(大) .....	58
表 3-17 各因素權重值 .....	58
表 3-18 FAHP求得之權重值 .....	58
表 3-18 車子各因素評分表 .....	59
表 3-19 模糊數評分表 .....	59
表 3-19 加權模糊決策矩陣 .....	59
表 3-20 解模糊決策矩陣 .....	59
表 3-21 正負理想解 .....	60
表 3-22 各方案與正負理想解之間距離 .....	60
表 3-23 接近係數表 .....	60
表 4-1 Apple iPhone .....	62
表 4-2 HTC Desire.....	63

表 4-3 Nokia X6 .....	64
表 4-4 Sony Ericsson X10 .....	65
表 4-5 Motorola XT701 .....	66
表 4-6 二構面之模糊互補矩陣 .....	69
表 4-7 外型構面之模糊互補矩陣 .....	69
表 4-8 功能構面之模糊互補矩陣 .....	70
表 4-9 各階層因素的權重 .....	70
表 4-10 因素相對權重表 .....	71
表 4-11 多人意見評分表 .....	72
表 4-12 加權後評分矩陣 .....	72
表 4-13 為各方案優先順序 .....	73

## 第一章、緒論

在過去三十餘年來，作業研究結合了各種數學方法和資訊科技能力，把管理決策推向了一個新的境界，而多準則決策方法最為被廣泛應用在管理決策領域中，幫助決策者在數目有限的可行方案中，根據每一方案的各屬性特徵，將各方案做優劣排序評估，選擇符合決策者理想之方案。

### 1-1 研究背景及動機

在管理的決策領域中，層級分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP)法是決策領域中最常被使用的方法，其架構模式簡單，決策者容易表達其偏好，又可確定偏好是否一致。但在兩兩比較(Pairwise comparison)的過程中，若次數過多，則容易使決策者產生混淆，較難獲得滿意的評估方案，而理想解類似度偏好順序評估法(Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution, TOPSIS)法雖計算較為繁雜，但其利用距離的原理來表達各替選方案與理想解的距離，得到的結果穩定性高，較不受權重分配所影響(Hwang and Yoon, 1981)，並且能表達最少投入及最大產出的方案特性。

另一方面，結合 AHP 法與 TOPSIS 法的研究被廣泛的運用於各種決策問題中，包括方案的選擇、整體排序及評估等各方面(Gülfem Isıklar; 2007; Lin, 2008; Hsu, 2008); 在實際情況下，由於評價的結果是由不同評價者對問卷語意的變量提供意見，而傳統的 AHP 法

與 TOPSIS 法則是在語意設定上，採用李克特式量表作為基準最為常見，因此在語意上缺少了模糊的空間，使得結果常會因為語意的設定而無法真正符合決策者需求而發生錯誤。

然而在過去的研究中，雖有專家學者提出模糊化的概念，但大多研究中仍只有針對單一方法進行模糊化的設定，缺少完全模糊化的概念。

## 1-2 研究目的

本研究結合模糊理論於 AHP 法與 TOPSIS 法建立決策支援模型，提供其挑選替代方案之決策輔助。研究上，以模糊理論為基礎，改善傳統語意尺度上之不足，透過 FAHP 法來找出消費者的評估準則及偏好，接著再以 FTOPSIS 法來評估方案的優劣，藉由兩方法的結合相互輔助，讓產品的排序結果較貼近真實，本研究主要目的在於依其消費者所重視的評估要項，進行邏輯與系統化的分析。並且結合決策支援系統理論，發展出輔助決策的決策支援系統模型。以下為本研究達成之目標：

1. 應用模糊理論於多屬性決策中的 AHP 及 TOPSIS 法，並搭配決策支援系統的概念，建構一完全模糊化之決策支援模型，以決策結果更接近真實。
2. 將文中提到之 FAHP 及 FTOPSIS 繁瑣的計算過程，以 Matlab 軟體開發程式碼，以利未來使用者可以依照自己的需求，進而透過

過程中輔以一智慧型手機案例呈現本研究提出之決策流程，期望能在因素權重及產品方案排序上能有更周全的考量。

### **1-3 研究方法與步驟**

本研究主要係針對多準則決策模式各種評估方法中，提出方法及理論的整合，進而提出一套完全模糊化之決策支援系統架構，首先透過文獻蒐集找出消費者評選智慧型手機考量的真實因素及問題點，並歸納建立出評估架構及準則，接著應用模糊理論於 AHP 與 TOPSIS 法，研究上以模糊理論為基礎，改善傳統語意尺度上無法明確表達的缺失，由 FAHP 法找出評估因素的權重，FTOPSIS 法則是找出方案優劣排序，使決策流程完全模糊化，以更貼近消費者真實的重視因素，接著搭配決策支援系統之概念，撰寫 Matlab 程式解決繁瑣的運算過程，最後進行實例驗證，將完整的決策模型套用在評選智慧型手機流程上，並檢討其效用。以下為本研究之研究流程圖。

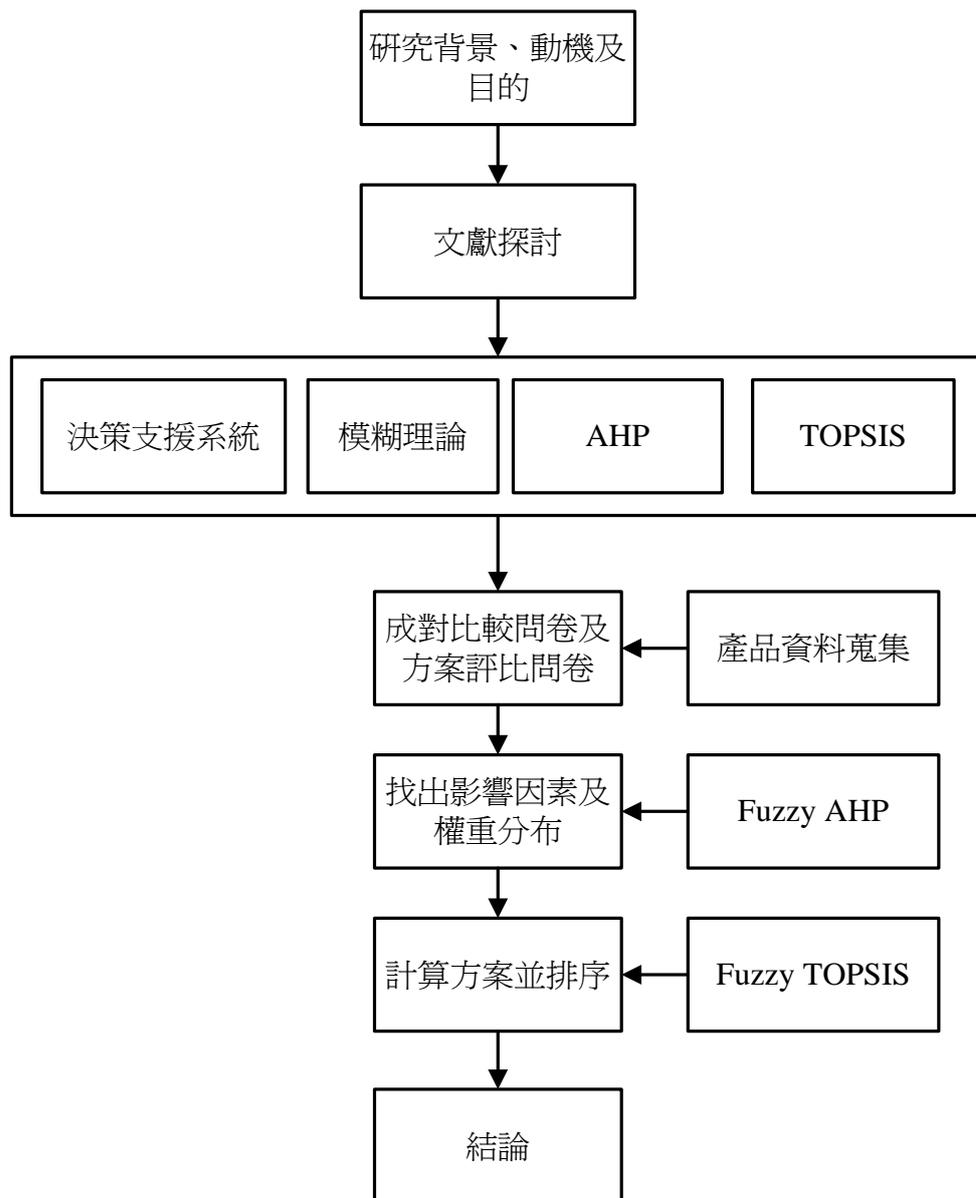


圖 1-1 研究流程圖

## 1-4 全文架構

本研究論文共分為五章，各章節內容概述如下：

### 第一章緒論

本章節主要針對研究背景、動機及目的做概略性介紹，並說明其研究方法及相關步驟。

### 第二章文獻探討

本章節共分為五個部份做介紹，分別為決策支援系統、模糊理論、多屬性決策理論、層級分析法及理想解類似度偏好順序評估法，並說明目前應用範圍及現況。

### 第三章研究方法

本章節主要探討將模糊理論應用於層級分析法及理想解類似度偏好順序評估法的結合，首先說明層級分析法及模糊層級分析法的步驟、階層建構及求取權重，最後則是說明如何運用模糊理想解類似度偏好順序評估法的步驟、搭配的權重及方案排序。

### 第四章實例驗證

研究中採用評選智慧型手機當作案例，以群體評估方式，驗證本研究結合的模糊多屬性評估法可行性，過程中的模糊運算以 Matlab 開發其運算程式碼，以供未來使用者使用。

### 第五章結論與建議

說明本研究具體達成的目標，並檢討研究上之不足，進而提出改善建議供後續可研究之方向。

## 第二章、文獻探討

本研究期望藉由模糊多屬性理論為基礎之決策支援系統架構，改善單一準則選擇或評估上所面臨的問題，在本章節的文獻共分為決策支援系統、多準則決策理論、模糊理論、層級分析法(AHP)及理想解類似度偏好順序法(TOPSIS)。首先介紹決策支援系統的定義及相關研究，接著說明模糊理論的發展以及多屬性決策相關定義與研究，再來探討層級分析法求算顧客重視權重部份，以及理想解類似度偏好順序評估法來做方案的評選，最後則是說明本研究所採用的案例。

### 2-1 決策支援系統

決策支援系統的概念早在 1950 年代就產生，但一直到 1971 年 Scott Morton 於「Management Decision System: Computer Based Support For Decision Making」中才首次有「管理決策系統」的名稱出現，在文章中作者提到管理決策系統是：支援管理決策者面對非結構或半結構性決策狀況下的系統。不過，「決策支援系統(Decision Support System，簡稱 DSS)」一詞正式出現的時間則要追溯到 1974 年的瑞典資訊處理國際會議，同樣由 Scott Morton 所發表的「決策支援系統：實際應用中所獲得的經驗」一文內，同時間該概念也獲得了廣大的迴響與認同(羅文君，2005)。到現在，決策支援系統已成為一個相當重要且廣泛使用的輔助工具，以下為決策支援系統的發展過程彙整與圖 2-1：

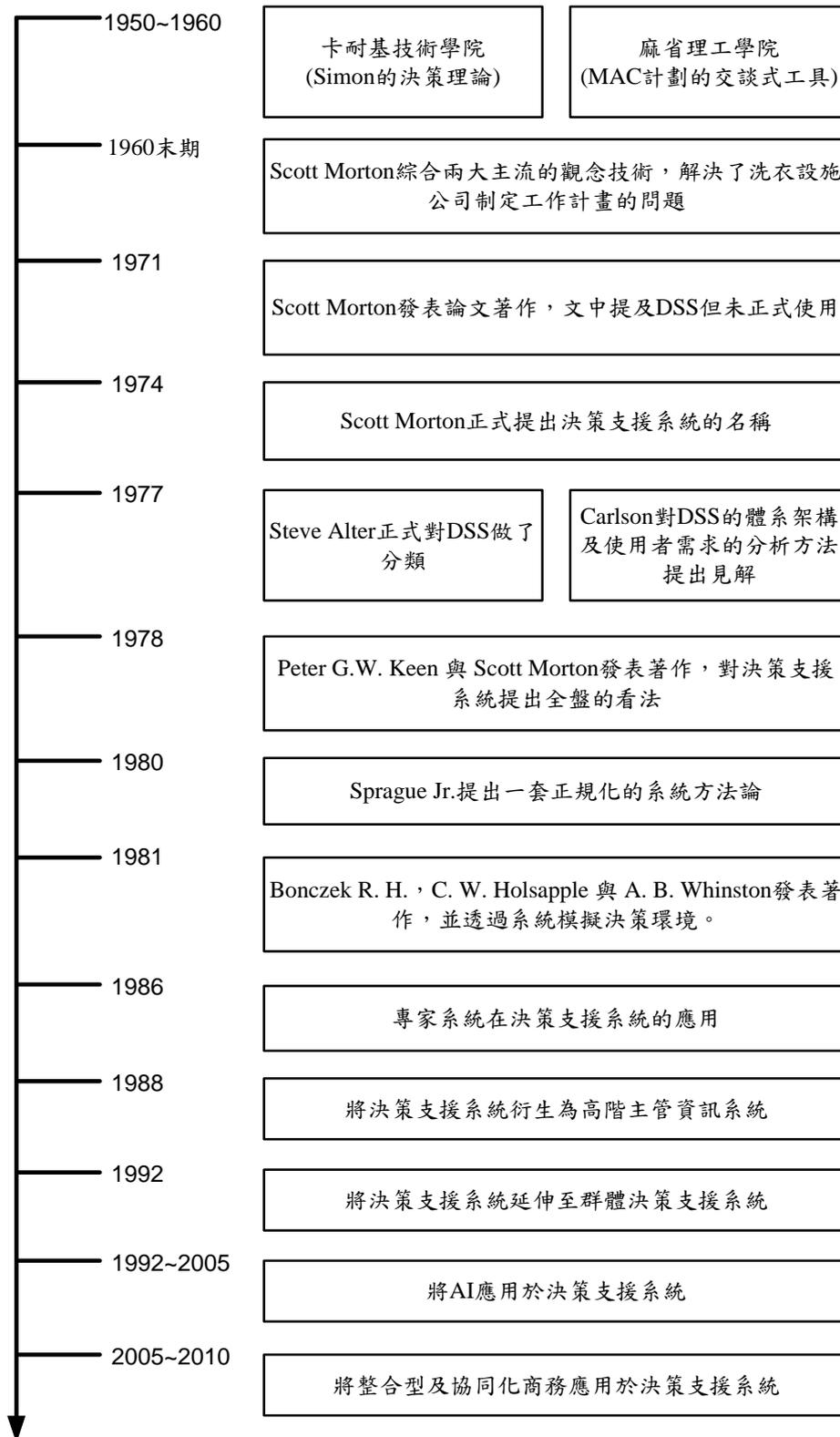


圖 2-1 決策支援系統的發展過程

### 2-1-1 決策支援系統定義

在 Scott Morton(1971)提出決策支援系統的概念後，後續許多學者紛紛提出自己的看法與定義，然而至今尚未有定論。本節將經由文獻探討，歸納彙整過去文獻中相關學者的看法，釐清決策支援系統的定義。

Alter(1977)提出，「任何支援決策制定的系統都是決策支援系統」，這是最廣義的定義。Keen and Scott Morton(1978)針對決策支援系統所下的定義，也一直廣受研究者沿用至今，其定義的決策支援系統是包括下列主要三點特性的資訊系統：

1. 支援但不是取代決策者。
2. 注重半結構化(Semi-Structured)或非結構化(Unstructured)問題的解決。
3. 以追求效果為主要目標，但不一定要追求效率。

另外，國內學者梁定澎(1999)也歸納出決策支援系統的特性，有以下幾點：

1. 決策支援系統為針對管理階層所經常面對的非結構性、不明確性的問題，提出支援。
2. 決策支援系統企圖將模式或分析技術的使用和傳統的資料存取功能(Data Access and Retrieval Function)結合起來。
3. 決策支援系統特別注意系統與使用者間的對話方式，使非電腦專

4. 決策支援系統強調系統的彈性 (Flexibility) 和調適性 (Adaptability)，以配合未來環境或使用者的決策方法的可能改變。

由於相關文獻繁多，茲將過去學者對決策支援系統的定義彙整如下：

(表 2-1)

表 2-1 決策支援系統的定義

學者	DSS 的定義
Scott Morton(1971)	於半結構與非結構化的決策狀況中，支援管理決策的系統。
Alter(1977)	任何支援決策制定的系統都是決策支援系統。
Keen and Scott Morton(1978)	於半結構性任務之決策過程中，運用電腦化系統支援管理階層以加強判斷力，提高決策制定的效能。
Banerjee and Basu(1993)	決策支援系統是用來協助決策者，透過各種模式之間的合作以產生有用的資訊，並經由適當的使用者介面傳遞給決策者。系統的目的是提升決策者解決非結構化問題的效率，進而增進整個決策過程的效益。
Turban(1995)	支援非結構性管理議題的決策制定，提供友善親和的介面，幫助決策者擷取資料及洞察情勢，以改善其決策品質而開發的交談式彈性電腦系統。

表 2-1 決策支援系統的定義(續)

學者	DSS 的定義
Turban and Aronson(2001)	決策支援系統是一套互動式的、彈性的、調適的電腦資訊系統，其特別為了支援非結構化管理問題的解答而被發展以改善決策的制定，它使用資料提供、簡單的使用者介面以及能夠整合決策制定者的洞察力。
Sprague and Carlson(1982)	決策支援系統是以電腦為基礎，透過交談的方式，以協助決策者使用資料及模式，以解決非結構化問題。

資料來源：修改自羅文君(2005)

### 2-1-2 決策支援系統架構

Sprague 與 Carlson(1982)定義決策支援系統應包括資料庫、模式庫及使用者介面。軟體系統則應該包括三種功能：資料庫管理軟體(Data Base Management System, DBMS)、模式庫管理軟體(Model Base Management System, MBMS)及管理者和使用者之間溝通的介面軟體，稱之為對話管理軟體(Dialog Generation and Management System, DGMS)。這三個次系統提供了一個決策支援系統所必須具備的能力(如圖 2-2)，以下將針對三個次系統分別加以說明。

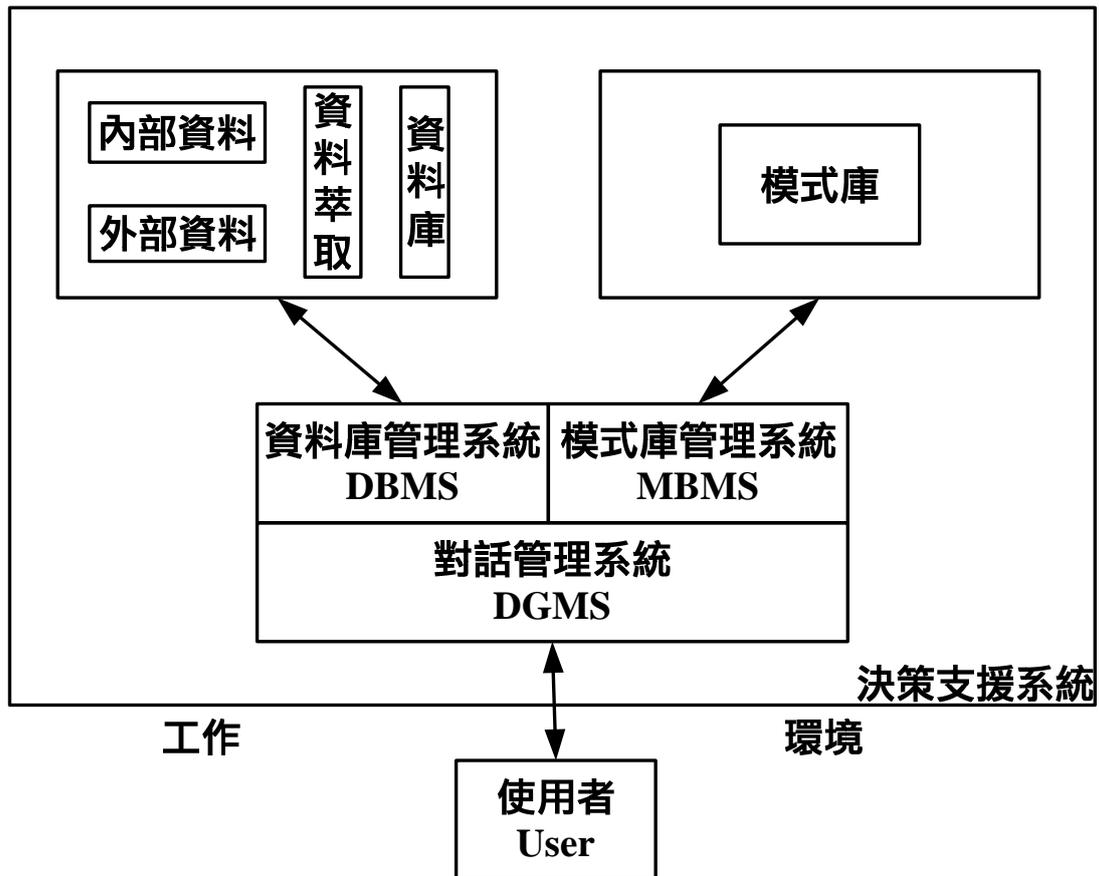


圖 2-2 決策支援系統構成單元

### 1. 對話管理系統(DGMS)

決策支援系統大部分的功能、彈性等特性都是藉由系統與使用者間互動所產生，因此，DGMS 便是使用者與系統之間溝通的橋樑，且由於決策支援系統本身具有調適性系統的特性，使得彈性的要求可能比簡單更為重要（王存國、李延平、范懿文，1996）。而在對話管理系統部分，Majchrzak 等人(1987)曾對幾種使用者介面型態做比較，如表(2-2)

表 2-2 使用者介面型態比較

項目	選單互動	格式互動	指令語言	物件導向處理	問與答
速度	有時候很慢	中等	快速	可能會慢	有時候慢
正確性	高	中等	許多錯誤存在	高	中等
訓練時間	短	中等	長	短	短
使用者偏好	非常高	低	若是有受過訓練的則會很高	高	高
能力	低	低	非常高	中高	中等
彈性	受限制的	非常受限制	非常大	中高	高(開放式問答)
控制	系統控制	系統控制	使用者控制	系統和使用者控制	系統控制

資料來源：整理自 Majchrzak 等，1987。

## 2. 資料庫管理系統(DBMS)

資料庫對任何一個決策支援系統而言，都是關鍵的元件之一。無論決策支援系統是模式導向或是資料導向，決策支援系統都需要合宜且有效率率的資料庫來提供決策者適當的資料，幫助決策者。而資料庫管理系統指包含建立、儲存、維護、處理資料庫等功能的電腦軟體程式。

## 3. 模式庫系統(MBMS)

模式庫中保存大量決策支援系統所需的各種模式，包括統計模式、最適化模式，與數學模式等（謝清佳、吳琮璠，1997），以利決策者找出期望的目標狀態（例如：成本最低）。決策支援系統便是由模式庫

管理子系統選擇模式庫中適當的模式來使用，由複雜的關係中找出最佳的方案，使決策者的分析能夠更深入，決策的品質能夠讓決策者更為滿意。(羅文君，2005)

而在國內對於決策支援系統相關研究如下：

許家偉(2004)提出從綠色產品設計的概念下，建置一產品環境化設計的決策支援系統，作為評估產品對環境衝擊程度的工具。

李崇銘(2007)提出一套住宅整建診斷與修復決策支援系統，解決住宅整建所遭遇的困難，並提出一套診斷與修復決策建議方法，提供住戶作為住宅整建時的參考。

夏逸平(2007)採用系統動態(System Dynamics)方法並提出一個整建產業改善服務品質的動態決策支援系統(SQDDSS)架構，幫助決策者持續地擬定最佳的競爭策略。

詹文良(2009)針對決策支援系統在資料庫的連結與設計上常會發生的問題，提出解決方法與建構一個整合式決策支援系統的介面連結，符合使用對象的決策需求，並整合使用者決策工作使提高決策效率和品質。

綜合以上文獻，發現國內外許多學者對於決策支援系統的定義及相關的研究，而本研究將決策支援系統定義為：「需要人為判斷的工作由人擔任，而繁瑣的計算與分析工作則交給電腦處理的系統」，研究上

將採用 Matlab 軟體為基礎，作為開發決策支援系統之工具，將繁雜的模糊計算過程轉換為可執行之程式碼，使用者介面採指令輸入模式，以利後續研究上方便使用。

## 2-2 模糊理論

模糊理論(Fuzzy theory)是在 1965 年由美國加州大學的 L. A. Zadeh 教授首先提出，其藉由數學化之方式將真實世界中無法明確定義的概念問題予以彈性的表示，把傳統數學從只有相對立的二值邏輯(Binary logic)擴展到含有灰色地帶的連續多值(Continuous multi-value)邏輯，也就是一個元素屬於一個集合的特徵值不再“非 0 即 1”，取而代之是以一個數目來表達它屬於該集合的程度，通常以介於 0 與 1 之間數目來表示。

而人類的行為或語言便是模糊特性的代表。事實上，很多時候並不需要過於詳盡的資料去判斷情況，反而使用具有較不確定性的詞彙更能使決策快速與正確。這就是人類能夠有效率並靈活傳遞訊息的關鍵之一，進而使得評估與決策模式具有人性化、周全化及柔性化。

模糊理論是以明確集合(Crisp set)之概念擴張為模糊集合 (Fuzzy set)，在數學中集合(Set)是指事件的聚集，如：5 以下的正整數，則可知集合中包含 1,2,3,4 等四個數字，以數學式表達為： $\{x|x \text{ 是 } 5 \text{ 以下的正整數}\} = \{1,2,3,4\}$ 。明確集合是以二值邏輯為基礎的方

式來描述事物，元素  $x$  和明確集合  $A$  的關係只能是  $x \in A$  或  $x \notin A$ 。以特徵函數(Characteristic function)表示為：

$$X_A(x) = \begin{cases} 1, & x \in A \\ 0, & x \notin A \end{cases} \quad (2.1)$$

其中 1 即代表  $x$  於明確集合  $A$  中，0 則代表  $x$  不屬於明確集合  $A$  中。但在模糊理論中則是以隸屬函數(membership function)  $\mu_{\tilde{A}}(x)$  來表示  $x$  屬於此模糊集合  $\tilde{A}$  的程度，亦即使用 0 與 1 之間的數值來表示一個元素  $x$  屬於某一集合的程度。本研究將明確集合與模糊集合之差異整理，如表 2-3。

表 2-3 明確集合與模糊集合之差異表

	明確集合	模糊集合
表示函數	特徵函數	隸屬函數
函數	$X_A(x)$	$\mu_{\tilde{A}}(x)$
函數範圍	0 or 1	0 to 1

本研究將明確集合與模糊集合之差異整理，如圖 2-3。

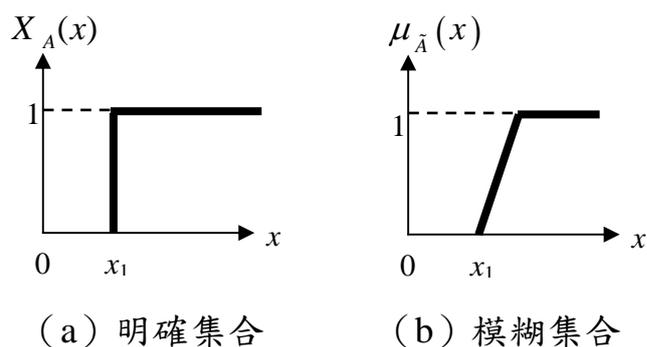


圖 2-3 明確集合與模糊集合示意圖

圖 2-2 (a) 明確集合是指「所有大(等)於 $x_1$ 」的數字，而 2-2 (b) 模糊集合則是指「比 $x_1$ 大很多」的數字，因此只比 $x_1$ 稍大的數字其歸屬於「比 $x_1$ 大很多」的程度就很小，故 $\mu_{\bar{A}}(x)$ 較靠近 0。

### 2-2-1 模糊數之運算

當模糊集合以不明確的數字表示，則稱為模糊數 (Fuzzy number)。

模糊數是指「大約的數」，是數值上的模糊集合，例如：用以表達「氣溫很高」、「氣溫很低」等模糊觀念之模糊集合。

隸屬函數一般常見為三角模糊數 (Triangular fuzzy number)、梯形模糊數 (Trapezoid fuzzy number) 及鐘型模糊數 (Bell shaped fuzzy number) 等三類形式(如圖 2-4)。而該採用何種模糊數進行運算，則視需求而訂定，只要合理可接受即可。而本研究則是採用三角模糊數進行接下來的計算。

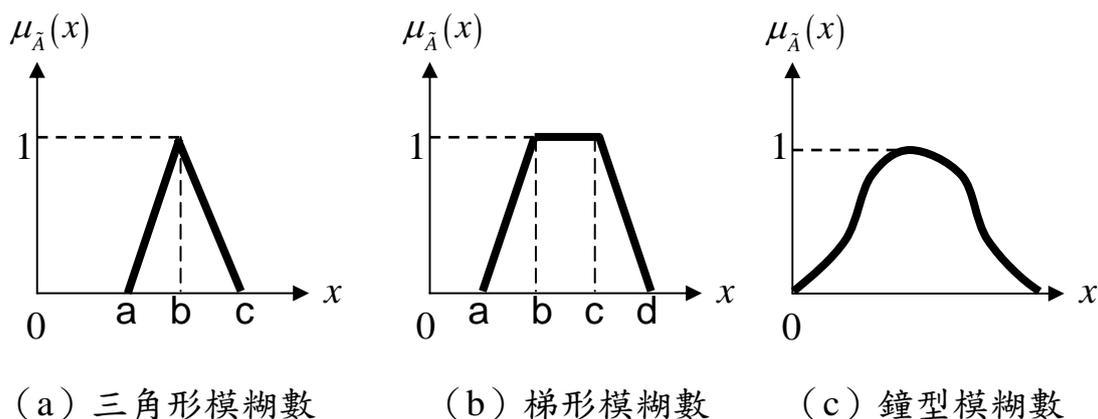


圖 2-4 模糊數形式

若有兩三角形模糊數  $\tilde{A}=(a_1, b_1, c_1)$ 、 $\tilde{B}=(a_2, b_2, c_2)$ ，且  $\tilde{A}$  與  $\tilde{B}$  內各值皆大於 0，則其數學運算如下：

$$\text{加法：}(a_1, b_1, c_1) + (a_2, b_2, c_2) = (a_1 + a_2, b_1 + b_2, c_1 + c_2) \quad (2.2a)$$

$$\text{減法：}(a_1, b_1, c_1) - (a_2, b_2, c_2) = (a_1 - a_2, b_1 - b_2, c_1 - c_2) \quad (2.2b)$$

$$\text{乘法：}(a_1, b_1, c_1) \times (a_2, b_2, c_2) = (a_1 \times a_2, b_1 \times b_2, c_1 \times c_2) \quad (2.2c)$$

$$\text{除法：}(a_1, b_1, c_1) \div (a_2, b_2, c_2) = (a_1 \div a_2, b_1 \div b_2, c_1 \div c_2) \quad (2.2d)$$

$$\text{倒數：}\tilde{A}^{-1} = (c_1^{-1}, b_1^{-1}, a_1^{-1}) \quad (2.2e)$$

$$\text{開根號：}\tilde{A}^{1/n} = (a_1^{1/n}, b_1^{1/n}, c_1^{1/n}) \quad (2.2f)$$

### 2-2-2 解模糊化

解模糊化就是將模糊資料轉換為明確的資料，以方便結果排序過程所使用的工具。解模糊化並無一確定方法，需視問題的特性而定。一般較常用的方法有以下幾種：

### 重心法(Center of Gravity Defuzzification, CGD)

重心法的原理與求取物件的重心位置是相同的，亦即求取模糊集合的

「中心值」來代表整個模糊集合。求解運算如下：

$$F = \frac{\int x\mu_{\tilde{A}}(x)dx}{\int \mu_{\tilde{A}}(x)dx} \quad (2.3)$$

$x$ ：對隸屬度之重要性測量權數

$\mu_{\tilde{A}}(x)$ ：模糊集合的隸屬函數

$F$ ：代表模糊集合之重心

### 形心法(Center of Sum Defuzzification, CSD)

形心法與重心法類似，可沿用前述的數學代號，求解運算如下：

$$F = \frac{\int \left[ \int x\mu_{\tilde{A}}(x)dx \right] xdx}{\int \left[ \int x\mu_{\tilde{A}}(x)dx \right] dx} \quad (2.4)$$

### 最大隸屬度法(Mean of Maximum Defuzzification, MMD)

此法是用隸屬度函數中最高隸屬度值的元素值，作為該模糊集合的解模糊化值；若是最高隸屬度值的元素不只一個的時候，則將所有相對應的元素值取平均，用平均數表示解模糊化的值。

透過模糊理論可以將明確的定值轉換為模糊區間，可使得整個決策的過程考量更為周全，研究上將採用三角模糊數進行相關的計算，王文俊(2007)指出，模糊化與解模糊化之方法有許多種，也不能說哪一種好或不好，對或不對，端看使用者使用之要求而定。為了省時間，可

採用最大隸屬度法；而為了精確可採用重心法。因此研究上便以重心法為解模糊化的工具。

### 2-3 多屬性決策理論

在管理的決策領域中，決策者處理的問題經常是包含多重評估準則，而這些準則卻往往都是相互衝突的。因此在多元複雜的社會環境中，決策者所要面對的問題日趨複雜，同時也面臨許多衝突，如何在其中作權衡取捨，也因為評估具有多重準則特性，受到多種因素的影響，所以在評估時必須面對許多相關因素作綜合性考慮，才可以進行全面性評估，稱為多準則決策方法(Multiple Criteria Decision Making, MCDM)。一般而言，多準則決策法，依其目標與準則屬性的性質、方案的個數等等因素，可分為多目標決策(Multiple Objective Decision Making，簡稱 MODM)與多屬性決策(Multiple Attribute Decision Making，簡稱 MADM)兩種。表 2-4 比較了這兩類之特徵

表 2-4 多屬性決策與多目標決策之特徵比較

	多屬性決策	多目標決策
所定義的準則	屬性	目標
與限制條件的關係	被動消極	主動積極
方案的個數	有限個數	無限個數
與決策者的互動	沒什麼互動	非常頻繁
效能	選擇與評估	設計與尋找

資料來源：劉伯村(2004)

多準則決策的理論萌芽於 1950 年代，當時的學者 Koopmans 基於實際需要，提出有效向量的概念 (Zeleny, 1982)；另有 Churchman 等人正式運用簡單加權法 (Simple Additive Weight; SAW) 來解決多屬性決策問題 (Stelios, 1998)。而多屬性決策研究方法被廣泛應用於管理、設計、績效評估等領域。其內涵為當決策者對於問題本身的可行方案不知如何挑選，不知如何決定多個方案的挑選準則，且無法從多準則的解答方案中決定最佳方案，多準則決策方法便能藉由定義屬性間的相對重要性(權重)，再由演算分析過程提供決策者客觀的分析結果，以進一步選擇最適方案 (Jason, 2005)。而本研究將多屬性評估法種類，整理如表 2-5。

表 2-5 多屬性評估法種類優缺比較

方法	決策過程	優點	缺點
絕對優勢法 (Dominance)	利用各替選方案的各評估準則項目的量化值互相比較，找出一個最佳方案。主要在最初方案的篩選時使用。	決策規則簡單。	若準則間相互衝突時，兩方案之優劣可能無從比較。

表 2-5 多屬性評估法種類優缺比較(續)

方法	決策過程	優點	缺點
最大最小法 (MaxiMin)	每一個替選方案被認為其績效表現以最差的評估準則值來代表，決策者只要檢查每個替選方案中最差的績效值，並在這些績效值中選擇一個最好的績效值所代表的方案。	利用劣中取優的原則，決策過程簡單。	只利用各替選方案中最差的一個評估準則績效值來代表該方案的績效，可能有失偏頗。
最大最大法 (MaxiMax)	每一個替選方案被認為其績效表現以最好的評估準則值來代表，決策者只要檢查每個替選方案中最差的績效值，並在這些績效值中選擇一個最好的績效值所代表的方案。	符合精益求精的原則，決策過程簡單。	只利用各替選方案中最好的一個評估準則績效值來代表該方案的績效，可能不夠周全。
線性指派法 (L.A.M.)	找出各替選方案對於各評估準則的優劣順序，並利用各評估準則的權重得出各替選方案的機率矩陣，與最佳線性指派結果相乘，則可得到各替選方案的優劣順序。	根據各評估準則及其等級加以區分，達到線性化互補。	若無適當的指派方案時則無法使用。

表 2-5 多屬性評估法種類優缺比較(續)

方法	決策過程	優點	缺點
簡單加權法 (S.A.W.)	決策者將每個替選方案的分數由各準則績效值與其相對權重相乘，以得到每個替選方案的加權評估值，依據分數的高低來進行方案優劣比較。	決策過程簡單，方便使用。	權重決定不易。
層級分析法 (A.H.P.)	將複雜的問題由高層次往下層次逐步分解方式，構建出問題的層級結構關係，由下而上求算出各層級的相對權重而加以綜合，選擇權重值最高的方案為最適方案。	權重求得後用一致性檢定，較有理論基礎。	若準則權重的評比未能與實際方案所對應的準則量測值相結合，則頗受爭議。
ELECTRE 法	此法為較優排序法的一種，其概念為比較不同方案的每個準則之優劣關係，將一些明顯較差的替選方案先行剔除，最後留下一個或一些有效方案即為所求。	評估過程容易。	有時無法排列方案之優先順序。

表 2-5 多屬性評估法種類優缺比較(續)

方法	決策過程	優點	缺點
TOPSIS 法	找出各評估則的最佳績效值作為理想解，與最差的績效值作為負理想解，求出各替選方案與理想解及負理想解之距離，以排列出替選方案的優先順序。	以理想解之相對近似值排列方案之優先順序，可避免無從比較的情況。	僅能使用於量化準則，未能考慮質化準則。

資料來源：馮釗炫，2000、宋政勳，2001、簡志郎，2003。

## 2-4 層級分析法

層級分析法 (AHP)，是由匹茲堡大學教授 Thomas L. Saaty 於 1971 年發展出來的研究方法，主要適用於「不確定」(Uncertainty)情況及具有多個評估準則之決策問題。

### 2-4-1. 層級分析法概要

AHP 是一種將複雜的問題系統化的方法，其特色是將複雜的決策問題建構成層級架構的型式(見圖 2-5)，將影響因素間的複雜關係有系統的連結，由高層級的評估準則往低層級的評估項目逐一分解，直到最下層的待選方案，並透過量化的方式進行綜合評估，來獲得客觀之決策結果 (Saaty, 1980)。總括來說，AHP 的目的在處理在不確定因素下且具有多個評估準則的問題，利用有系統的拆解、成對比較、量化比較結果以減輕思考負擔；再整合量化後的數據獲得權重關係，用

以協助決策者判斷策略優劣並降低策略錯誤的風險。

根據 Saaty (1980)研究指出，分析層級程序法的應用領域包含有決定優先順序、產生替代方案、選擇最佳方案、決定需求、資源分配、預測結果或風險評估、衡量績效、系統設計、確保系統穩定、最佳化、規劃、解決衝突等 12 類問題。

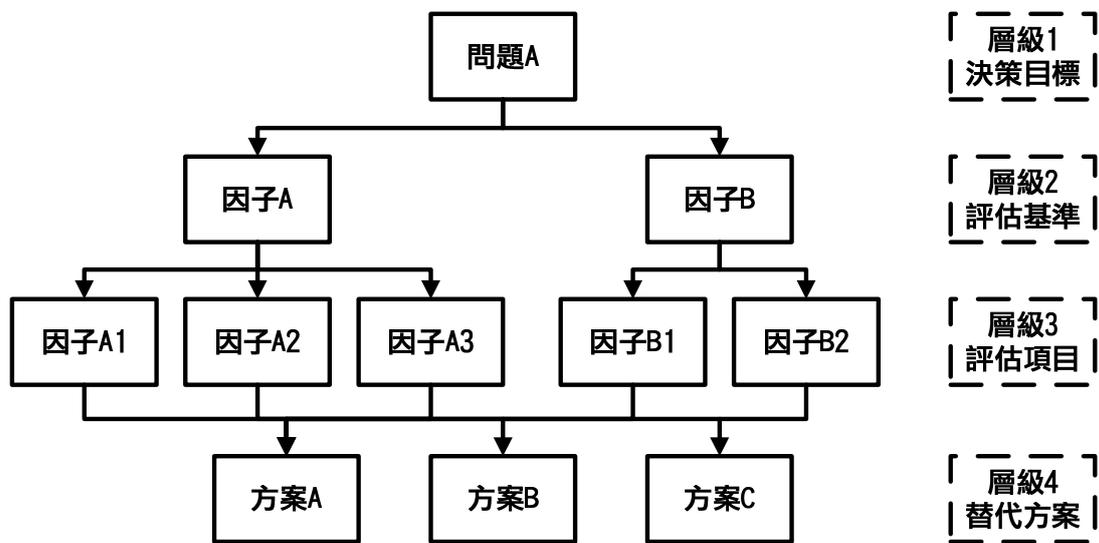


圖 2-5 階層式架構示意圖

層級分析法進行時的假設條件，主要包括下列九項(Saaty, 1980)：

1. 系統或問題可被分解成許多被評比的種類或成分(Components)，形成具方向性的層級結構。
2. 層級結構中，每一層級的要素均假設具獨立性(Independence)。並且可以用上一層級內的某些或所有的要素為基準，進行評估。
3. 每一層級中的要素，可以用上一層級中某些或所有的要素進行評估。

4. 評比時，可將絕對數值尺度轉換成比例尺度(Ratio Scale)。
5. 成對比較(Pairwise Comparison)之後矩陣倒數對稱於主對角線，可用正倒值矩陣(Positive Reciprocal Matrix)處理。
6. 偏好關係滿足遞移性(Transitivity)，不僅優劣關係具遞移性(A 大於 B，B 大於 C，則 A 大於 C)，同時強度關係也須滿足遞移性(A 是 B 的兩倍，B 是 C 的三倍，則 A 是 C 的六倍)。
7. 完全具遞移性不容易，因此容許些許不具遞移性質，但必須測試其一致性(Consistency)的程度，藉以測試不一致性的程度。
8. 要素的優勢比重，係經由加權法則(Weighting Principle)求得。
9. 任何要素只要出現在階層結構中，不論其優勢比重為多少，均被認為與整個評比目標結構有關。

Narasimhan (1983)歸納出 AHP 的幾項優點如下：

1. 可將主觀的決策模式化，提供較為準確的判斷參考。
2. 有相關軟體協助，可進一步作敏感度分析。
3. AHP 數量化的結果可以供作群體決策基礎，做為彼此溝通工具。

鄧振源、曾國雄(1989)研究中提出分析層級程序法的作用是将複雜且非結構化的問題系統化，由高層次往低層逐步分解，並經過量化的判斷，簡化並改進以往依靠直覺的決策程序，求得各方案間優先權重

值，提供決策者選擇適當方案的充份資訊，凡優先權重值愈大的方案表示被採納的優先順序愈高，可降低決策錯誤的風險性。

鄧振源及曾國雄（1989）也指出 AHP 有以下的缺點：AHP 評估尺度過於細瑣，有高達九種的尺度、標準化方法遭到質疑、在 AHP 假設內的獨立性問題等。

Mon、Cheng (1994)指出 AHP 法在決策問題評估上有五項缺失：

1. AHP 法主要應用在明確（非模糊）決策上。
2. AHP 法使用不對稱尺度衡量問題。
3. AHP 法不能涵蓋人類對事物認知的不確定因素。
4. AHP 法的排序相當不明確。
5. 決策者主觀的判斷、選擇及偏好對 AHP 法評選的結果有很大的影響；即判斷是錯誤的，決策的結果也是不正確的。

馮正民、李穗玲(1990)提出 AHP 法之決策特性與一般決策習慣有部分差異，研究中建議應用模糊理論處理權重值的方式，並建議採適度的尺度劃分，一次比較，及保留多數決策者的意見等，使各準則權重值之決定較 AHP 法更切合評估者的決策習慣。

而國內學者透過 AHP 法求取權重之相關研究如下：

賴慧蓉(2007)運用 AHP 法建立消費者購屋決策模式，透過文獻蒐集整理及專家建議，建立層級架構，歸納出影響消費者購屋考量的因素

及評估準則，對於消費者如何選購住宅，也提供明確的指引。

徐燕娟(2007)運用 AHP 法，建構出筆記型電腦的週邊配件 ODM 供應商的遴選模式，並歸納出四個準則及十二個屬性進行考量。

許雅婷(2009)提出以住宅櫥櫃系統為研究標的之輔助決策系統，運用多準則策略中的 AHP 法來找出住戶選購櫥櫃系統的評估準則與偏好，並以 TOPSIS 法來評估方案的優缺，以解決住戶在評選櫥櫃系統方案時的決策難題。

最後在 AHP 層級的架構劃分上，吳萬益、林清河(2000)認為成對比較的決策因素以五組或六組以下是較為妥當的，否則會引起填答者的不耐煩，而造成無效問卷。

綜合以上文獻，國內外學者對於 AHP 法的應用大部分都屬於評估權重值，接著搭配其他的遴選方案法則進行評選，進而提出一套多屬性評估法架構或決策參考依據。雖然 AHP 方法步驟簡單，解法容易且能同時處理質化與量化屬性的優點，但其評估尺度是將人類對事物認知的強弱程度，劃分為九尺度加以衡量，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(鄭景俗，2003)。

#### 2-4-2. 模糊層級分析法

Saaty 的 AHP 在多準則決策中操作容易且被廣泛使用，但人類對於尺度的看法具有相當大的模糊空間，AHP 無法將其表現出來而成為最大的缺點，因此 AHP 方法被提出時，引起眾多學者的討論，也出現了不少改良後的方法，其中 Laarhoved 與 Pedrycz 兩位學者在 1983 年時，將模糊理論中模糊數的概念直接帶入 AHP 的成對比較矩陣中，發展出了模糊層級分析法(Fuzzy AHP;FAHP)，解決傳統層級分析法中的主觀、模糊及不精確的問題。

Buckley(1985)利用模糊集合理論結合層級分析法，在運算上使用梯形模糊數轉換專家意見來形成模糊正倒值矩陣，接著透過幾何平均數求出模糊權重，經由層級串聯，計算各替代方案的模糊權重，最後以各替代方案模糊權重的隸屬函數圖形，排列方案的優先順序，雖然方法較為嚴謹，但計算卻非常繁雜。

張志向(1997)以 Buckley 的模糊層級分析法模式為基礎，利用三角模糊數取代 Buckley 之模糊層級分析法模式中的梯形模糊數進行相關計算，以簡化計算的複雜度。張志向認為其模式另外還具有下列優點：利用三角模糊數整合受試者之意見，可避免因為利用幾何平均法整合

受試者意見，造成削弱部份受試者獨特意見之缺失。

藉由三角模糊數表示專家認知之模糊現象，可改善傳統 AHP 法模式中，將相對重要性之不精確值當作精確值處理的缺失。

Chen & Hwang (1992)認為模糊資料可用模糊語意或模糊數表示，再將決策者所回答之語意變數，轉為相對應的模糊數，他們利用八種模糊語意對照而成的轉換尺度表(如表 2-6)，讓決策者在使用上有系統且較為方便。

表 2-6 八種模糊語意變數表

Scale	1	2	3	4	5	6	7	8
No. of terms used	two	three	five	five	six	seven	nine	eleven
None								●
Very low			●		●	●	●	●
Low-very low							●	
Low		●	●	●	●	●	●	●
Fairly low				●	●		●	●
Mol low						●		●
Medium	●	●	●	●		●	●	●
Mol high						●		●
Fairly high				●	●		●	●
High	●	●	●	●	●	●	●	●
High-very high							●	
Very high			●		●	●	●	●
Excellent								●

資料來源：Chen & Hwang(1992)

呂建成(2002)結合模糊理論與層級分析法，以符合策略評選的不確定性。並以企業電子化策略方案矩陣的呈現，提供管理者更多元的考量，增加企業電子化策略訂定的正確性。

張美娟(2003)指出由於現實環境是屬於一個模糊的環境，而人類的思維又具有不確定的特性，因此，將層級分析法擴充到模糊環境中，所構建的模糊層級分析法可對具有模糊性的決策問題進行有效的處理，以彌補層級分析法無法解決模糊性問題的缺失。

魏眾、申金升、陳繼軍(2005)，在企業物流外包選取供應商的研究中利用模糊互補判斷矩陣取代 Laarhoved 與 Pedrycz 在 FAHP 法中的正倒值矩陣，能夠避免衡量尺度的不對稱性且具有容易使用的優點。

林志峰(2007)提出以 FAHP 法為理論基礎的推薦系統，讓其系統不僅擁有層級分析單一、易於了解和以階層式決策的特色；且加上模糊的概念，將主觀認定不確定數值，以模糊數來表示之，讓其更趨於合理。

莊庭豪(2007)利用 FAHP 法取得重要影響因素之相對權重，再利用模糊理論之方法求取各準則之模糊績效值，最後則透過 TOPSIS 方法，做方案之優勢排序，最後以評選代理商驗證此評估模式之可行性，作為評選代理商決策之參考。

綜合以上文獻，在國內外的學者都指出，在現實複雜的環境下使用 AHP 評估權重時，必須要導入模糊的概念，畢竟人類的思維具有不

確定性，常會因為主觀認定或語意尺度不對稱的問題而影響決策結果。因此本研究在運用 FAHP 時，首先在層級的劃分上，將成對比較的決策因素設定在五組到六組之間，並利用 Chen & Hwang(1992)所提出的模糊語意對照表並減少評估尺度，以符合問卷填寫者的習慣，而填寫後的問卷選項將轉化為三角模糊數，並代入模糊互補判斷矩陣進行運算，有別於一般的正倒值矩陣的概念，此方法能解決 AHP 法應用在明確（非模糊）決策上、不對稱尺度衡量問題、人類對事物認知的不確定因素等問題。

## **2-5 理想解類似度偏好順序評估法**

TOPSIS 為理想解類似度偏好順序評估法的簡稱。自 1981 年由 Yoon 與 Hwang 發展至今已成為一成熟的多準則決策分析技巧。

### **2-5-1. 理想解類似度偏好順序評估法概要**

TOPSIS 能夠處理多個方案，在數個準則的評估下，進行方案的選擇與排序的決策問題，具有輔助方案挑選的特質（Chen and Hwang, 1992）。其理論基礎乃在於先界定正理想解（Positive Ideal Solution, PIS）與負理想解（Negative Ideal Solution, NIS）。所謂正理想解是由各替選方案正面效益評估值最大者，成本性評估值最小者所構成之解；反之負理想解則是由各替選方案正面效益最小者，成本性評估值最大者所構成的解。透過「距理想解最近，同時距負理想解最遠」的

邏輯概念來排序方案的優先順序，進而獲得最佳的選擇方案。

Janic(2003)指出 TOPSIS 方法包含七個步驟

1. 利用決策制定矩陣(Decision-making Matrix)來建構標準化的決策矩陣
2. 建構權重標準化矩陣
3. 決定理想解與負理想解
4. 計算每個方案的分離度指標(Separation Measure)
5. 計算每個方案對於理想解與負理想解的相對接近度(Relative Distance)
6. 利用相對接近度對每個方案做排名
7. 確認這個靠近最理想解所求得的最偏好方案

TOPSIS 評估法由於其理論推論符合邏輯，因此廣為被各界所使用，以下是專家學者針對 TOPSIS 法提出的見解。

Deng et al.(2000)認為 TOPSIS 是一種原理簡單、計算容易的評估方法。蔡孟娟(2007)認為 TOPSIS 評估法的優點在於同時考慮了方案對於正理想解以及負理想解的距離，以其相對距離來對方案排序。此評估法將距離負理想解的距離也納入考慮，可避免若有兩評比方案皆距離同為與正理想解最近，所造成無法比較之困擾。

Feng(1995)則指出 TOPSIS 評估法的優點在於利用距離的方式來表達

各備選方案與理想解的差距，以及可以處理各評估準則間具有替換性的情形。

Abo-Sinna & Amer (2005)則指出 TOPSIS 方法是一種可提供有效解決折衷方案問題的方法，其方法簡單易用，且符合直覺，易被決策者所接受。

Shih et al.(2007)更認為 TOPSIS 評估法是多屬性決策方法之中最明確直觀的決策方法。Lin and Chang(2008)則利用 TOPSIS 評估法來評估消費者的滿意度，以相對接近度為消費者做排序，並以此排序來修正最終訂價混合整數規劃模型(Mixed Integer Programming, MIP)，來得到最後產品的定價區隔。

### **2-5-2. 模糊理想解類似度偏好順序評估法**

在典型的 TOPSIS 方法中，決策者使用明確定值來評估準則及方案，然而在實際的情況中，所面臨決策的問題及可用資訊通常具有不確定性且模糊不清。而模糊理論可以將具有質性的資訊及模糊的資訊整合以建立決策模式，許多學者便引用模糊理論來發展解決多準則決策問題的模糊 TOPSIS 方法。

模糊 TOPSIS 最早是由 Negi 於 1989 年提出，之後 Liang 在 1999 年將 TOPSIS 推廣並用於解決模糊多準則的問題上，利用貼近度和分離度來計算方案的模糊正、負理想解距離。

Chen 則在 2000 年將 TOPSIS 法推廣於模糊環境，將原本 TOPSIS 所使用的梯型模糊數改為三角模糊數計算，以減少其複雜性，最後採用簡單又有效的端點法(Vertex method)來計算方案與模糊正、負理想解之間的距離。Chen(2000)在文章中定義：假設計算兩個三角模糊數距離，以  $m$  與  $n$  來表示， $m = (m_1, m_2, m_3)$ ， $n = (n_1, n_2, n_3)$  為兩個三角模糊數，透過端點法可以定義計算兩個模糊數之間的距離為：

$$d(m, n) = \sqrt{\frac{1}{3}[(m_1 - n_1)^2 + (m_2 - n_2)^2 + (m_3 - n_3)^2]} \quad (2.5)$$

模糊距離定義在計算三角模糊正理想解類似度偏好順序法需用到此公式。求第  $i$  個方案對理想解的距離與負理想解的距離。

由上述文獻得知，TOPSIS 有許多優點，是一個非常好的多準則評估方法之一，藉由計算距離的方式來求得方案的最佳解，但是在權重的部份卻沒有一套完整的方法或架構，而是由決策者的主觀認知來決定各個屬性的權重，因此在權重部分有失客觀性。Olson(2004)提出以決策者的主觀性認定 TOPSIS 法的評估屬性權重是不恰當的，應該要搭配其他求取屬性權重的方法來使得權重的部份更加客觀且完整。所以本研究將採用 FAHP 搭配 FTOPSIS 的方式，讓各評估屬性的權重更為客觀且完整。

## 2-6 智慧型手機

隨著我國行動通訊的普及，行動電話已成為人們生活與工作的重要部

分。行動電話已變成一種廣泛被消費者接受的產品，而且持有者的年齡層逐年的下降，充分顯示出市場開發的潛力，各家提供行動電話業務的電信廠商莫不看好這波商機，使得競爭更趨激烈。楊文壽(2001)，且隨著科技及相關技術的發達，手機也逐漸從原本的只能通話功能發展到聽音樂、看電影及上網下載等，手機也漸漸隨著時代潮流轉變為更具多功能的智慧型手機，而從智慧型手機的始祖黑莓機(BlackBerry)開始，各家廠商陸續推出不同的智慧型手機，在強烈的競爭下，如何吸引消費者上門，也成了當今各廠商重視的課題之一。而智慧型手機一詞至今尚無統一明確的定義，以下為本研究所整理相關論文及研究報告針對智慧型手機所做之定義：

數位之牆創辦人黃彥達(2005)提出：智慧型手機有開放式的作業系統，而且可任由使用者自由地安裝任何所需要的軟體，有如個人電腦。陳其生(2007)研究中指出：智慧型手機應有原生內建的手機通訊功能，並具有開放式的作業系統與強大的運算能力，能與電腦同步更新PIM資料並自由地安裝軟體，具有擴充槽擁有強大的擴充能力。

王占魁(2009)論文研究中指出，將智慧型手機的定義為除了具備手機的通話功能及照相、錄影及錄音機外的手持式電腦。

針對以上許多學者專家提出的定義，本研究將智慧型手機定義為除通話、照相及錄影功能外並搭載作業系統之小型電腦。

## 2-6-1 智慧型手機產業概況

2009 年全球 IT 產業景氣受金融危機重創，手機產業卻有新興市場強勁需求作靠山，全球出貨量(不含白牌)可望持平。拓璞產業研究所通訊研究中心研究員陳緯航表示，中國和印度等新興市場仍將是撐起 2010 年全球手機出貨成長的重要支柱，預估 2010 年全球手機出貨量(不含白牌)可望成長 12% 達 13.29 億支。

此外，智慧型手機滲透率可望由 2009 年的 15% 成長至 2010 年的 18%，出貨量達 2.35 億支，將是整體手機 ASP 能否止穩的重要關鍵。而具有毛利較高和成長空間大的入門級(Entry-Level)智慧型手機，可望吸引手機業內、外品牌廠商大舉投入研發，將成為 2010 年最值得關注的熱門產品。台灣手機出貨量則受到 Motorola 和 Sony Ericsson 釋單減少影響，預估 2009 年手機出貨佔全球比例將下滑至 4%，將促使部份廠商轉型從事智慧型手機設計製造。

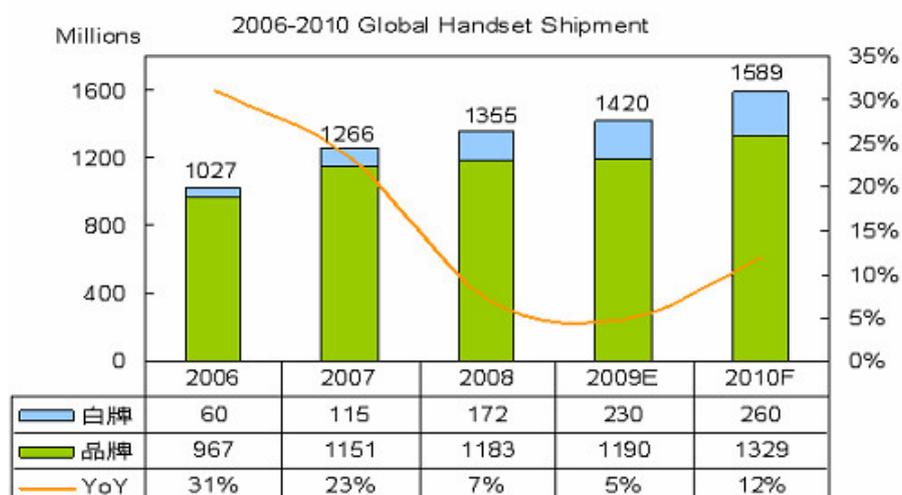


圖 2-6 2010 年全球手機出貨預測(拓璞產業研究所，2009)

拓璞分析 2010 年手機產品的市場消長，發現智慧型手機出貨比例成長速度最為突出，預估全球出貨量持續成長達 2.35 億，年成長率 29%。陳緯航指出，智慧型手機具備較高的 ASP，平均銷售的價格約 329 美元，與功能型手機(Feature Phone)價差高達 3 倍，與基本型手機(Basic Phone)價差更將近 10 倍。

其中包括 Motorola、HTC、Palm 都逐步推出入門級智慧型手機，此類產品使用 Open OS，但售價與功能介於 Feature Phone 與傳統 High-End 智慧型手機之間，可望刺激更多消費者採購，也擴大了智慧型手機的需求，將成為 2010 年最受矚目的產品區塊。

值得注意的是，看好入門級智慧型手機發展，個人電腦、電信及手持式設備等非手機品牌業者包括 Acer、Dell、中國移動通信、Vodafone、T-Mobile、Garmin 等也紛紛跨入智慧型手機市場，這些新加入戰局的品牌對於 OEM/ODM 需求也將增加，有助於台灣手機製造業者從依賴低價手機代工，轉型為智慧型手機代工，藉由改善產品組合與設定準確的消費族群，提高毛利並擴大訂單來源。

此外，拓璞也指出 2010 年手機規格及應用發展部份，有幾個主要方向值得格外關注。首先，在晶圓級封裝相機模組技術愈來愈成熟的情況下，手機搭載相機功能的比重已超過 80%，預估 500 萬畫素將藉由智慧型手機快速滲透市場。

其次，手機除了朝向大螢幕發展外，OLED 螢幕也將是 2010 年手機市場的熱門語題。OLED 由於具備自發光、免背光、色彩飽和度高、對比高、影像反應速度快、省電、視角廣及更輕薄等特點，將為中高階手機市場持續創造新話題。

此外，全球 3G 市場受到成熟市場復甦、部分新興市場升級與智慧型手機需求提升等因素刺激，2010 年將持續成長，並成為促進 2010 年全球手機出貨量成長的主因之一，其中以 WCDMA 體系最受矚目，而 TD-SCDMA 因基期低，成長幅度相對較大。

市場研究機構 ABI Research 的分析師認為，低階產品與新興市場將會是智慧型手機取得新一波成長性的動力來源，而 Symbian 與 Android 平台則是開發這類市場的利器；該機構並預測 2010 年全球智慧型手機銷售量可達 2 億支，到 2014 年還能成長一倍達到 4 億支。根據 ABI 的預測數據，智慧型手機在整體手機市場的銷售比例，將會由 2009 年第一季時的 15%，在 2010 年第四季成長至 19%；到了 2015 年，智慧型手機則可望佔據整體手機銷售量的三成以上。

### 第三章、研究方法

本章節主要介紹研究中所會用到的方法，分別為層級分析法、模糊層級分析法、理想解類似度偏好順序評估法及模糊理想解類似度偏好順序評估法。研究上先說明 AHP 及 FAHP 的計算方式應用於求取顧客重視因素的權重，最後則是說明 FTOPSIS 的計算方式應用於決策數值分析(方案排序)。

#### 3-1 因素權重分析

本研究以顧客重視的因素為架構來源，因此將透過文獻及資料蒐集方式，得到顧客重視的因素項次整理並階層化後轉為 AHP 的問卷形式，讓顧客根據因素項次逐一比較，以找到需求間的權重關係。

##### 3-1-1. AHP 流程

傳統在應用 AHP 求取評估準則之權重時，其步驟可分為：

###### 1.層級建立與問卷設計調查

層級的建構必須將所有可能影響系統之要素劃分為數個群體，而每個群體再劃分為數個次群體，逐級由上而下發展成整個層級架構。

接著便是問卷設計調查，問卷題目是以兩要素間之相對重要性來進行配對比較，而其相對重要性基本上劃分為重要、稍重要、頗重要、極重要、絕對重要等五項，並賦予 1、3、5、7、9 的衡量值。另有四項介於五個基本尺度之間者，並賦予 2、4、6、8 的折衷值，各尺度所

代表的意義如表 3-1 所述。Saaty 建議，評估比例尺度最好介於 $(7\pm 2)$ 個，以避免填答者產生混淆。另外在整合群體意見時，建議利用幾何平均數整合，而非算術平均數。因為若某一位受測者評分為 $x$ ，而另外一位為 $\frac{1}{x}$ 時，其平均值不應該為 $(x + \frac{1}{x}) / 2$ ，而應該是 $\sqrt{x + \frac{1}{x}}$ 才合理。因此若有 $n$ 個受測者，其評分之平均值應為 $\sqrt[n]{X_1 + X_2 + \dots + X_n}$ 。當建構好層級結構後，必須對兩兩因素間進行重要性的評估。若有 $n$ 個要素時，則需進行 $\frac{n \times (n-1)}{2}$ 個成對比較。

表 3-1 AHP 評估尺度意義及說明

評估尺度	定義	說明
1	同等重要 (Equal importance)	兩比較方案的貢獻程度具同等重要性
3	稍重要 (Weak importance)	經驗與判斷稍微傾向喜好某一方案
5	頗重要 (Essential importance)	經驗與判斷強烈傾向喜好某一方案
7	極重要 (Very strong importance)	實際顯示非常強烈傾向喜好某一方案
9	絕對重要 (Absolute importance)	有足夠證據肯定絕對喜好某一方案
2,4,6,8	相鄰尺度之中間值 (Intermediate values)	需要折衷值時

資料來源：鄧振源、曾國雄(1989)

## 2. 建立配對比較矩陣

透過評估尺度進行各準則間的成對比較，然後在某一準則下各選擇方案的成對比較得到對比矩陣  $A=[a_{ij}]$ ，此種矩陣有三種性質：(1) 對角線為各因素自身的比較，故皆為 1；(2) 矩陣中  $a_{ij}$  值，表示 i 因素與 j 因素的相對重要性，當  $a_{ij}$  值越大時，表示 i 相對於 j 的重要性越大；(3) 對角線值互為倒數，即  $a_{ij}=1/a_{ji}$ ，所以此一成對比較矩陣又稱為正倒值矩陣 (Positive reciprocal matrix)。

## 3. 計算優先順位向量及最大特徵值

由於此矩陣為一正倒數矩陣 ( $n \times n$ )，根據 Perron-Frobenius 定理可知此一矩陣只有一個特徵值為非零，其餘均為零，所以此唯一非零之特徵值即為最大特徵值  $\lambda_{\max}$ ，其所對應之特徵向量為  $W$ 。最後將此一特徵向量  $W$  正規化後可得各因素之權重。除此一方法外尚可運用行向量平均值標準化、列平均值標準化、列向量幾何平均值的標準化算出權重。

## 4. 進行一致性檢定

由於專家們所作的比較和判斷也許前後不一致，因此在計算出特徵向量完之後，就要去檢驗這個結果是否合理，那就是一致性的檢驗。公式如下：

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} \quad (3.1)$$

*C.R.* 為一致性比率 (Consistence rate)，是用來判斷單一階層間各要素決定之一致性，當 *C.R.* 等於 0 表示前後判斷完全具一致性，而 *C.R.* 大於 0 則表示前後判斷不連貫，Saaty 建議 *C.R.* 值應  $\leq 0.1$ 。

*C.I.* 為一致性指標 (Consistence Index) 為衡量決策者判斷先後的一致性，公式如下：

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (3.2)$$

$n$ ：層級因素個數

$\lambda_{\max}$ ：配對比較矩陣之特徵值。

*R.I.* 為隨機指標 (Random index)，其值隨矩陣階數而增加，以下是由 Saaty 教授所歸納出來的 *R.I.* 值對照表，其中  $n$  為層級因素個數。

表 3-2 隨機指標 (*R.I.*) 表

$n$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>R.I.</i>	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

### 5. 各評估準則或層次之權重計算

接著整合各層級要素的相對重要程度，以歸納出最底層各評估準則之權重。歸納的方法是根據問卷調查取得專家對各層級要素相對重要程度的看法，並經由成對比較矩陣的建立、優先向量及最大特徵值的計算、並進行一致性的檢定，取得各層級要素的權重。若在三個層級的評估準則系統中，最底層評估準則的權重係從第二層要素的權重往下相乘第三層要素的權重後，即可得到整體系統下各評估準則之權重。

### 3-1-2. FAHP 流程

為了修正正倒值矩陣在模糊語意設定上的不對稱性(如圖 3-1)，因而本研究利用模糊互補矩陣計算權重向量，共有五項步驟，(1)設定模糊語意、(2)建立三角模糊數互補判斷矩陣、(3)計算模糊互補判斷矩陣的模糊權重、(4)解模糊化與正規化、(5)層級串聯與因素排序，其詳細步驟說明如下：

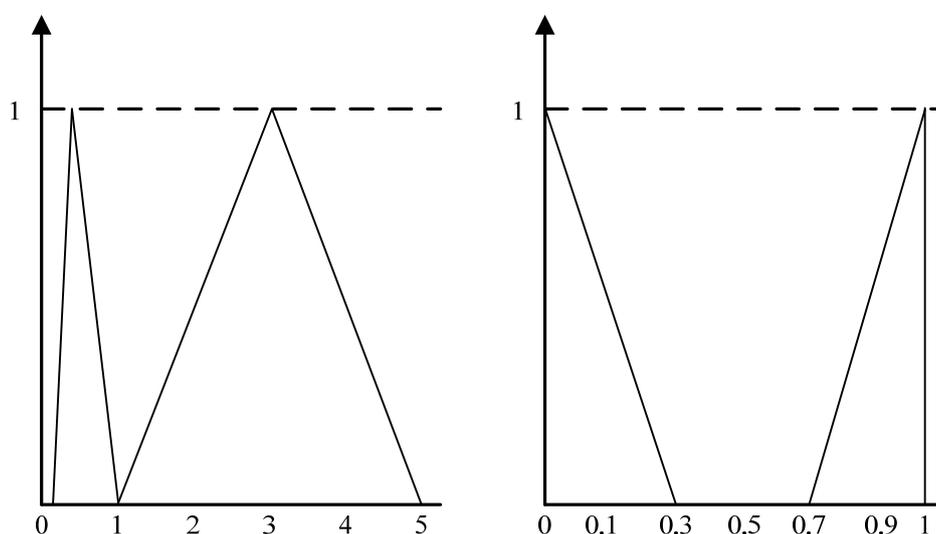


圖 3-1 模糊語意不對稱情況

#### 1. 設定模糊語意

本研究參考 Chen & Hwang(1992)提出之模糊語意變數表的第七類形式，將決策者所給予之語意變數值，轉換成三角模糊數(如表 3-3)，並建立其相對應的三角模糊數隸屬度函數圖(如圖 3-2)。

表 3-3 模糊語意變數表

語意	尺度	三角模糊數
極不重要	1/5	(0,0,0.2)
不重要	1/4	(0,0.1,0.3)
頗不重要	1/3	(0,0.2,0.4)
稍不重要	1/2	(0.2,0.35,0.5)
同等重要	1	(0.3,0.5,0.7)
稍為重要	2	(0.5,0.65,0.8)
頗為重要	3	(0.6,0.8, 1)
重要	4	(0.7,0.9,1)
極度重要	5	(0.8,1,1)

資料來源：參考 Chen & Hwang(1992)

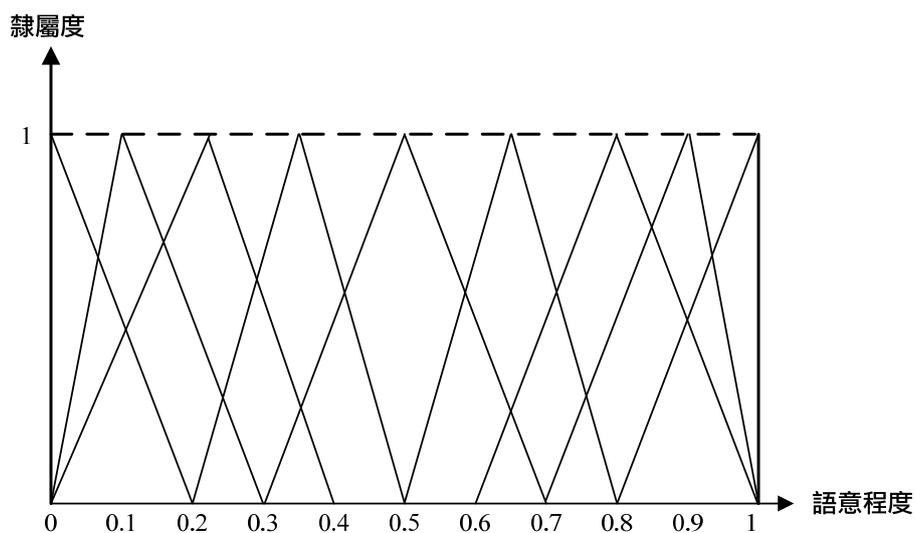


圖 3-2 三角模糊數隸屬度函數圖

## 2. 建立三角模糊數互補判斷矩陣

當得到受測者每一次比較後的三角模糊數，接下來就是要建立這些三角模糊數之互補判斷矩陣  $\tilde{A} = (a_{ij})_{n \times n}$ ，建立方法與傳統 AHP 法的正倒值矩陣有所不同，原本是將  $\tilde{a}_{ij}$  與對角線對稱的數值  $\tilde{a}_{ji}$  以  $1/a_{ji}$  來表示，但在互補的觀念中，對角線上對稱的兩元素之和為 1，因此對稱的數值  $\tilde{a}_{ji}$  應以  $1-\tilde{a}_{ij}$  示之。所以當  $\tilde{a}_{ij} = (\alpha, \beta, \gamma)$  時， $\tilde{a}_{ji} = (1-\gamma, 1-\beta, 1-\alpha)$ ，這裏要注意  $\tilde{a}_{ji}$  的三角模糊數最大值  $\gamma$  要與最小值  $\alpha$  對調。而在對角線上的數值也要由原本的 1 改為 0.5，也就是以 (0.5, 0.5, 0.5) 表示。

## 3. 計算模糊互補判斷矩陣的模糊權重

這裏所指的模糊權重，是如同 Saaty 所指的「特徵向量」或稱「優先向量」，其模糊權重  $\tilde{W}_i$  計算方式如下：

使用算術平均數集合所有受測者意見。公式如下。

$$\tilde{a}_{ij} = \frac{1}{q} \otimes [\tilde{a}_{ij}^1 \oplus \tilde{a}_{ij}^2 \oplus \tilde{a}_{ij}^3 \oplus \dots \oplus \tilde{a}_{ij}^q] = \left[ \frac{\sum_{k=1}^q a_{\alpha ij}^k}{q}, \frac{\sum_{k=1}^q a_{\beta ij}^k}{q}, \frac{\sum_{k=1}^q a_{\gamma ij}^k}{q} \right] \quad (3.3)$$

$\tilde{a}_{ij}$ ：群體模糊互補矩陣中第  $i$  列第  $j$  行的三角模糊數。

$q$ ：受測人數。

計算模糊權重值。由於互補矩陣尚須滿足一致性，因此其求取模糊權重值公式推導如下(李柏年，2007)。

設  $\tilde{A} = (\tilde{a}_{ij})_{n \times n}$  是一個三角模糊數互補判斷矩陣， $\tilde{W} = (\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_n)^T$  是  $\tilde{A}$  的排序向量，當  $\tilde{a}_{ij} = \tilde{w}_j - \tilde{w}_i + 0.5$  則  $\tilde{A}$  為模糊一致性判斷矩陣。

則令  $F(\tilde{W}) = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n (\tilde{a}_{ij} - (\tilde{w}_j - \tilde{w}_i + 0.5))^2$ ，其中  $\tilde{w}_j$  滿足  $\sum_{j=1}^n \tilde{w}_j = 1$ 。

對  $F(\tilde{W})$  作拉格朗日 (Lagrange) 函數。

$$L(\tilde{W}, \lambda) = F(\tilde{W}) + \lambda \left( \sum_{j=1}^n \tilde{w}_j - 1 \right)$$

令  $\frac{\partial L}{\partial \tilde{w}_j} = 0$ ， $j = 1, 2, \dots, n$ 。

$$\sum_{i=1}^n 2[\tilde{a}_{ij} - (\tilde{w}_j - \tilde{w}_i + 0.5)](-1) + \lambda = 0$$

$$-2 \left[ \sum_{i=1}^n \tilde{a}_{ij} - n\tilde{w}_j + 1 - 0.5n \right] + \lambda = 0$$

$$\sum_{j=1}^n \left( -2 \left[ \sum_{i=1}^n \tilde{a}_{ij} - n\tilde{w}_j + 1 - 0.5n \right] \right) + \lambda = 0$$

$$-2 \left[ \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n \tilde{a}_{ij} - n + n - 0.5n^2 \right] + \lambda n = 0$$

$$-2 \left[ \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n \tilde{a}_{ij} - 0.5n^2 \right] + \lambda n = 0$$

由模糊互補矩陣性質得到

$$\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n \tilde{a}_{ij} = 0.5n^2，故 \lambda = 0。$$

$$-2 \left[ \sum_{i=1}^n \tilde{a}_{ij} - n\tilde{w}_j + 1 - 0.5n \right] = 0，$$

$$\sum_{i=1}^n a_{ij} - nw_j + 1 - 0.5n = 0 ,$$

透過上式的運算可得

$$\tilde{w}_j = \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n \tilde{a}_{ij} + 1 - \frac{n}{2} \right) \quad (3.4)$$

$\tilde{w}_j$ ：第  $j$  項因素之模糊權重。

若  $\sum_{i=1}^n a_{ij} \leq \frac{n}{2} - 1$ ，則權重  $\tilde{w}_j$  會出現負值與零值，此即為 AHP 法中

的矩陣不滿足一致性，此時就需要重新檢查問卷內容。

#### 4. 解模糊化及正規化

由於上述所計算出之權重值為模糊權重值，為獲取關鍵成功因素之權重值，需透過解模糊化的過程，當權重之三角模糊數為  $\tilde{W}_i = (\alpha_i, \beta_i, \gamma_i)$

時，依公式(2.3)可得解模糊權重值  $dF_i$  的計算公式如下：

$$dF_i = \left[ (\gamma_i - \alpha_i) + (\beta_i - \alpha_i) \right] / 3 + \alpha_i \quad (3.5)$$

而正規化  $NW_i$  之計算公式則如下所示：

$$NW_i = dF_i / \sum dF \quad (3.6)$$

#### 5. 層級串連及因素排序

將最下一層因素  $i$  的權重乘以上一層相關因素之權重，乘至第一層目標時，所得之數值或百分比，即是此一因素  $i$  之整體權重值。這些相乘得來的整體權重值，我們要依權重大小將之排名，第一名代表此因素最為重要，以下次之，依此類推，最後整個因素層級就能確立。

### 3-2 決策數值分析

在確定了顧客重視的因素權重後，本研究將導入 FTOPSIS 的排序概念，藉由計算每個可行方案與正理想解及負理想解的距離，最後取其相對距離的方式，找出最適合的方案，強調 TOPSIS 的評選精神。

#### 3-2-1. FTOPSIS 流程

TOPSIS 法由於採用「理想解之相對接近值」的方法來排列各方案之優先順序，可以避免產生一方案距理想解最近又距負理想解最近，以及距理想解最遠又距負理想解最遠，而不知如何比較的缺點。依循原本 TOPSIS 的概念，(如圖 3-3)在圖中用兩個評估準則解釋( $X_1$  及  $X_2$ )， $S$  表示  $n$  個計畫所構成的樣本空間(Sample space)， $A^*$  表示正理想解， $A^-$  表示負理想解。當  $A_1$  計畫與  $A_2$  計畫進行比較時，因  $A_1$  計畫至正理想解  $A^*$  的距離較  $A_2$  近，同時  $A_1$  計畫至負理想解的距離較  $A_2$  遠，因此  $A_1$  計畫比  $A_2$  計畫好。

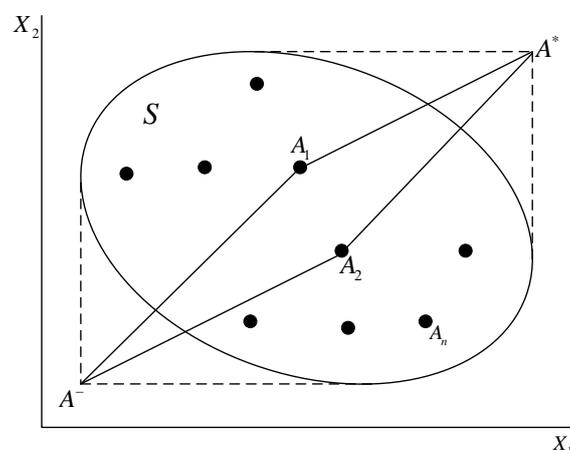


圖 3-3 TOPSIS 概念示意圖

本研究參考洪志菁(2004)所提出之模糊 TOPSIS 法進行方案的排序評估，此方法結合了 Triantaphyllou & Lin(1996)與 Chen(2000)的算法，其模糊化步驟如下：

1.建立正規化模糊決策矩陣，其結構如下所示：

$$D = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & C_3 & \cdots & C_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & \cdots & r_{2n} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & \cdots & r_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & r_{m3} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (3.7)$$

其中  $A_i$  表示第  $i$  個方案， $C_j$  表示第  $j$  個評估準則， $r_{ij}$  表示第  $i$  個方案對第  $j$  個評估準則的決策矩陣值。  $i=1,2,\dots,m$ ， $j=1,2,\dots,n$ 。

2.依照語意變數轉成三角形歸屬度函數

將原本的決策矩陣資料換成語意變數(如表 3-4)來表示，並建立其隸屬度函數圖(如圖 3-4)，所以在填表的時候僅需填入評估值尺度，而後則依語意變數轉換為三角形歸屬度函數進行運算，其中  $\tilde{r}_{ij}$  表示第  $i$  個方案對第  $j$  個評估準則三角形歸屬度函數的評估值，三角模糊數符號表示為  $\tilde{r}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$

表 3-4 評估值矩陣語意尺度

語意	尺度	三角模糊數
非常不滿意	1	(0,0.1,0.2)
不滿意	2	(0.1,0.3,0.5)
普通	3	(0.4,0.5,0.6)
滿意	4	(0.5,0.7,0.9)
非常滿意	5	(0.8,0.9,1)

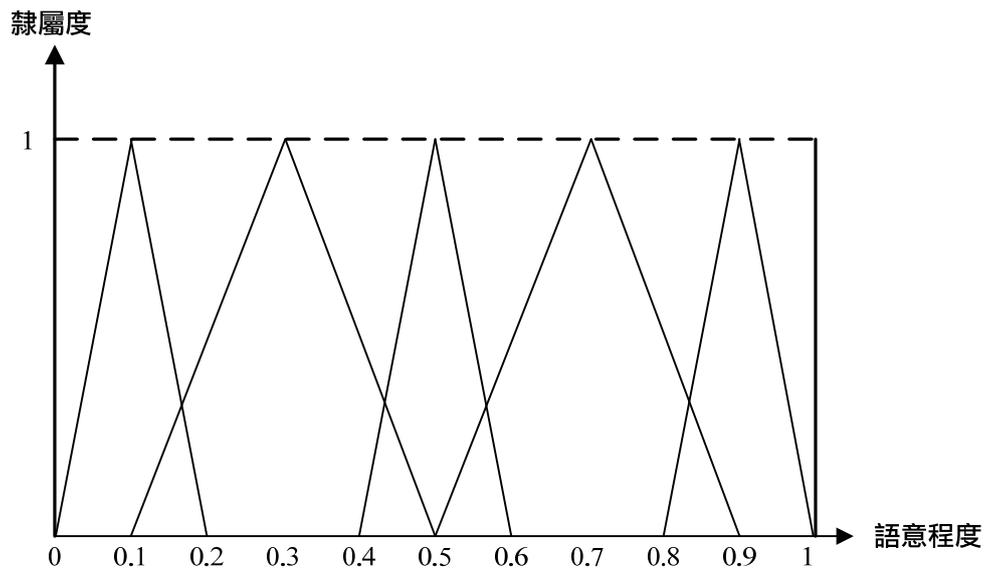


圖 3-4 矩陣隸屬度函數圖

3.將三角模糊決策矩陣乘上各準則之模糊權重

$\tilde{w}_j$  表示第  $j$  個評估準則的模糊權重，此部份由模糊 AHP 法求得， $\tilde{v}_{ij}$  則表示加權後的三角模糊評估值。

$$\tilde{V} = \begin{bmatrix} \tilde{v}_{11} & \tilde{v}_{12} & \cdots & \tilde{v}_{1j} & \cdots & \tilde{v}_{1n} \\ \tilde{v}_{21} & \tilde{v}_{22} & \cdots & \tilde{v}_{2j} & \cdots & \tilde{v}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{v}_{i1} & \tilde{v}_{i2} & \cdots & \tilde{v}_{ij} & \cdots & \tilde{v}_{in} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{v}_{m1} & \tilde{v}_{m2} & \cdots & \tilde{v}_{mj} & \cdots & \tilde{v}_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tilde{w}_1 \tilde{r}_{11} & \tilde{w}_2 \tilde{r}_{12} & \cdots & \tilde{w}_j \tilde{r}_{1j} & \cdots & \tilde{w}_n \tilde{r}_{1n} \\ \tilde{w}_1 \tilde{r}_{21} & \tilde{w}_2 \tilde{r}_{22} & \cdots & \tilde{w}_j \tilde{r}_{2j} & \cdots & \tilde{w}_n \tilde{r}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{w}_1 \tilde{r}_{i1} & \tilde{w}_2 \tilde{r}_{i2} & \cdots & \tilde{w}_j \tilde{r}_{ij} & \cdots & \tilde{w}_n \tilde{r}_{in} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{w}_1 \tilde{r}_{m1} & \tilde{w}_2 \tilde{r}_{m2} & \cdots & \tilde{w}_j \tilde{r}_{mj} & \cdots & \tilde{w}_n \tilde{r}_{mn} \end{bmatrix}$$

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{w}_j \tilde{r}_{ij} \quad (3.8)$$

其中， $i=1,2,\dots,m$ ； $j=1,2,\dots,n$ 。

#### 4. 計算各方案的理想解與負理想解間的距離

模糊正理想解(Fuzzy Positive Ideal Solution;FPIS,  $A^*$ )與模糊負理

想解(Fuzzy Negative Ideal Solution;FNIS,  $A^-$ )假設為

$$A^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \dots, \tilde{v}_j^*, \dots, \tilde{v}_n^*) \quad \tilde{v}_j^* = \max_i \tilde{v}_{ij} \quad j=1,2,\dots,n \quad (3.9)$$

$$A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_j^-, \dots, \tilde{v}_n^-) \quad \tilde{v}_j^- = \min_i \tilde{v}_{ij} \quad j=1,2,\dots,n \quad (3.10)$$

在求正負理想解的過程中，有別於洪志菁(2004)所提出的假設，該研究假設三角模糊數是 0 到 1 的封閉區間，因此，定義正理想解之三角模糊數為(1,1,1)，負理想解之三角模糊數為(0,0,0)，但這部份不符合本研究所採用的評估值，因此這部分本研究定義正理想解為該評估項目中最大值，而負理想解則為該評估項目最小值進行計算。

在各評估準則下，第  $i$  個方案對理想解的距離  $d_i^+$  與負理想解  $d_i^-$  分別為：

$$d_i^+ = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*) \quad i=1,2,\dots,m \quad (3.11)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-) \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3.12)$$

$d(\bullet, \bullet)$  為兩個模糊數間距離的衡量，模糊距離計算方式如公式 2.5：

$$d(m, n) = \sqrt{\frac{1}{3}[(m_1 - n_1)^2 + (m_2 - n_2)^2 + (m_3 - n_3)^2]}$$

$$m = (m_1, m_2, m_3), \quad n = (n_1, n_2, n_3)$$

### 5. 排列各方案優先順序

求得各方案理想解與負理想解的距離，即可計算各方案對理想解的接近係數  $CC_i$ ；其中  $CC_i$  介於 0 到 1 之間，越接近 1 表示第  $i$  個方案的優先順序越高，越接近 0 時，則表示該方案的優先順序越低。

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \quad (3.13)$$

以下將透過小案例示範 AHP 與 FAHP 的方法，以及 FAHP 與 FTOPSIS 結合的算法。

1. 首先是傳統 AHP 算法，假設今天有消費者要買汽車，考量的因素有外型、油耗及價格三個準則，以下將針對考量的準則進行說明，其填答內容如表 3-5 所示：

表 3-5 消費者的填答結果

	極 度 重 要 5	重 要 4	頗 為 重 要 3	稍 為 重 要 2	同 等 重 要 1	稍 為 重 要 2	頗 為 重 要 3	重 要 4	極 度 重 要 5	
外型				✓						油耗
外型	✓									價格
油耗		✓								價格

步驟 1：首先是 AHP 部分，根據表 3-4 填答的內容建立正倒值矩陣如表 3-6。

表 3-6 正倒值矩陣

	外型	油耗	價格
外型	1	2	5
油耗	1/2	1	4
價格	1/5	1/4	1

步驟 2：首先計算直欄總和如下表 3-7。

表 3-7 計算直欄總和

	外型	油耗	價格
外型	1	2	5
油耗	1/2	1	4
價格	1/5	1/4	1
欄總和	1.7	3.25	10

步驟 3：接著將矩陣的每個值，除以每個欄的總和以求得標準化之值，如表 3-8

表 3-8 正規化正倒值矩陣

	外型	油耗	價格
外型	0.588	0.615	0.500
油耗	0.294	0.308	0.400
價格	0.118	0.077	0.100

步驟 4：依照行向量平均值標準化方法，將列加總求平均即可得各因素之權重值。(表 3-9)

表 3-9 因素權重值

	權重	列平均
外型	0.568	$(0.588 + 0.615 + 0.5) / 3$
油耗	0.334	$(0.294 + 0.308 + 0.4) / 3$
價格	0.098	$(0.118 + 0.077 + 0.1) / 3$

步驟 5：當計算出權重後，因必須考慮一致性，必須計算 *C.I.* 值，其求解過程如下：

$$\begin{bmatrix} 1 \times 0.568 & + & 2 \times 0.334 & + & 5 \times 0.098 \\ 0.5 \times 0.568 & + & 1 \times 0.334 & + & 4 \times 0.098 \\ 0.2 \times 0.568 & + & 0.25 \times 0.334 & + & 1 \times 0.098 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.726 \\ 1.01 \\ 0.295 \end{bmatrix}$$

$$\text{一致性向量} = \begin{bmatrix} 1.726 / 0.568 \\ 1.01 / 0.334 \\ 0.295 / 0.098 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3.039 \\ 3.025 \\ 3.005 \end{bmatrix}$$

$$\text{接著計算 } \lambda_{\max}, \lambda_{\max} = \frac{3.039 + 3.025 + 3.005}{3} = 3.023$$

$$\text{最後得到 } C.I. \text{ 值, } C.I. = \frac{3.023 - 3}{3 - 1} = 0.0115$$

步驟 6：得到 *C.I.* 值後，利用隨機指標表，依據 *n* 的個數選取 *R.I.* 值，即可算出 *C.R.* 值，由下面計算過程得知，*C.R.* 值是小於 0.1 的，因此

通過一致性檢定。

$$C.R. = \frac{0.0115}{0.58} = 0.0198$$

2.接著是 FAHP 部分。

步驟 1：根據語意變數表(表 3-3)將表 3-5 轉成模糊互補矩陣(表 3-10)

表 3-10 模糊互補矩陣

	外型	油耗	價格
外型	(0.5,0.5,0.5)	(0.5,0.65,0.8)	(0.8,1,1)
油耗	(0.2,0.35,0.5)	(0.5,0.5,0.5)	(0.7,0.9,1)
價格	(0,0,0.2)	(0,0.1,0.3)	(0.5,0.5,0.5)

步驟 2：接著為了方便計算，我們將互補矩陣之三角模糊數拆成三份進行計算(表 3-11~3-13)，最後再進行合併。

表 3-11 模糊互補矩陣(小)

	外型	油耗	價格
外型	0.5	0.5	0.8
油耗	0.2	0.5	0.7
價格	0	0	0.5

表 3-12 模糊互補矩陣(中)

	外型	油耗	價格
外型	0.5	0.65	1
油耗	0.35	0.5	0.9
價格	0	0.1	0.5

表 3-13 模糊互補矩陣(大)

	外型	油耗	價格
外型	0.5	0.8	1
油耗	0.5	0.5	1
價格	0.2	0.3	0.5

步驟 3：接著利用公式 3.4 分別計算模糊互補矩陣之模糊權重(表 3-14~3-16)。

表 3-14 因素權重值(小)

	權重(小)	計算方式
外型	0.433	$\frac{1}{3} \times [(0.5 + 0.5 + 0.8) - 0.5]$
油耗	0.300	$\frac{1}{3} \times [(0.2 + 0.5 + 0.7) - 0.5]$
價格	0	$\frac{1}{3} \times [(0 + 0 + 0.5) - 0.5]$

表 3-15 因素權重值(中)

	權重(中)	計算方式
外型	0.550	$\frac{1}{3} \times [(0.5 + 0.65 + 0.1) - 0.5]$
油耗	0.417	$\frac{1}{3} \times [(0.35 + 0.5 + 0.9) - 0.5]$
價格	0.033	$\frac{1}{3} \times [(0 + 0.1 + 0.5) - 0.5]$

表 3-16 因素權重值(大)

	權重(大)	計算方式
外型	0.600	$\frac{1}{3} \times [(0.5 + 0.8 + 0.1) - 0.5]$
油耗	0.500	$\frac{1}{3} \times [(0.5 + 0.5 + 1) - 0.5]$
價格	0.167	$\frac{1}{3} \times [(0.2 + 0.3 + 0.5) - 0.5]$

步驟 4：將三個因素權重矩陣進行合併，並且解模糊化得到權重值。

(表 3-17)

表 3-17 各因素權重值

	權重(小)	權重(中)	權重(大)	解模糊化
外型	0.433	0.550	0.600	0.5278
油耗	0.300	0.417	0.500	0.4056
價格	0	0.033	0.167	0.0667

步驟 5：檢驗是否通過一致性，由上表可以看出權重值並無負值或零值，因此判定通過一致性檢定。

3.接著示範 FAHP 結合 FTOPSIS 的算法。

利用上面 FAHP 求得之權重值(表 3-17)，假設今天有四輛車子要讓消費者評選，經過評分後得到表(3-18)。

表 3-18 FAHP 求得之權重值

	權重值
外型	0.5278
油耗	0.4056
價格	0.0667

表 3-18 車子各因素評分表

	Altis	Lancer	Focus
外型	3	5	4
油耗	5	4	3
價格	1	2	5

步驟 1：首先將 3-18 評分表之評分值，轉為三角模糊數(表 3-19)。

表 3-19 模糊數評分表

	Altis	Lancer	Focus
外型	(0.4,0.5,0.6)	(0.8,0.9,1)	(0.5,0.7,0.9)
油耗	(0.8,0.9,1)	(0.5,0.7,0.9)	(0.4,0.5,0.6)
價格	(0,0.1,0.2)	(0.1,0.3,5)	(0.8,0.9,1)

步驟 2：接著將各車輛的模糊評分數值進行加權，得到加權後模糊決策矩陣(表 3-19)。

表 3-19 加權模糊決策矩陣

	Altis	Lancer	Focus
外型	(0.211,0.264,0.317)	(0.422,0.475,0.528)	(0.264,0.369,0.475)
油耗	(0.324,0.365,0.406)	(0.203,0.284,0.365)	(0.162,0.203,0.243)
價格	(0.000,0.007,0.013)	(0.007,0.020,0.033)	(0.053,0.060,0.067)

步驟 3：當矩陣加權完畢後，即可定義正負理想解，在定義正負理想解之前，須先將加權值暫時解模糊化判斷大小(表 3-20 及表 3-21)。

表 3-20 解模糊決策矩陣

	Altis	Lancer	Focus
外型	0.264	0.475	0.370
油耗	0.365	0.284	0.203
價格	0.007	0.020	0.060

表 3-21 正負理想解

	正理想解	負理想解
外型	(0.422,0.475,0.528)	(0.211,0.264,0.317)
油耗	(0.324,0.365,0.406)	(0.162,0.203,0.243)
價格	(0.053,0.060,0.067)	(0.007,0.020,0.033)

步驟 4：得知正負理想解之後，利用公式計算各方案與正負理想解之間的距離(表 3-22)。以 Altis 距離正理想解計算方式為

$$\begin{aligned} & \sqrt{\frac{1}{3}[(0.211-0.422)^2 + (0.264-0.475)^2 + (0.317-0.528)^2]} \\ & + \sqrt{\frac{1}{3}[(0.324-0.324)^2 + (0.365-0.365)^2 + (0.406-0.406)^2]} \\ & + \sqrt{\frac{1}{3}[(0-0.053)^2 + (0.007-0.060)^2 + (0.013-0.067)^2]} = 0.1527 \end{aligned}$$

表 3-22 各方案與正負理想解之間距離

	Altis	Lancer	Focus
正理想解	0.1527	0.0699	0.1546
負理想解	0.1546	0.1155	0.0308

步驟 5：最後計算接近係數(表 3-23)，越接近 1 表示該方案的優先順序越高，越接近 0 時則優先順序越低。以 Altis 為例，計算方法為

$$\frac{0.1546}{0.1546 + 0.1527} = 0.503$$

表 3-23 接近係數表

	Altis	Lancer	Focus
接近係數	0.503	0.623	0.166
排序	2	1	3

因此，汽車的排名順序分別為 Lancer > Altis > Focus。

## 第四章、實例驗證

為了驗證本研究所提出之完全模糊化之決策流程，因此本章節將針對本研究提出之模糊化決策流程應用於消費者評選智慧型手機上，首先藉由問卷調查得到消費者權重資料，接著計算出方案排序，而這中間的模糊計算過程，則是利用 Matlab 撰寫程式以方便計算並提供產品優先排序，最後則是結果討論。

### 4-1 系統說明

本研究將前章提到的兩種模糊多屬性決策方法，以 Matlab 軟體為基礎，作為程式撰寫，並搭配 Microsoft Excel 試算表，將問卷內容得到的資料進行輸入，之後系統會進行模糊計算並輸出結果，接下來將透過評選智慧型手機為案例的方式進行細部計算的介紹。而系統操作部分將在後續介紹。

### 4-2 案例說明-智慧型手機

在案例部份，因為智慧型手機琳瑯滿目，為了驗證本研究所提之架構，本研究將從各廠牌挑一隻今年所生產之智慧型手機作為案例，總共為五支手機作為案例驗證代表。以下將針對五款智慧型手機做介紹(如表 4-1~4-5)。

表 4-1 Apple iPhone

Apple iPhone		
		
第一層	第二層	第三層
操作介面	觸控螢幕	有
	按鍵輸入方式	手寫輸入、T9 智慧型輸入、日文輸入、英文輸入、智慧型中英文 Z 輸入
外觀造型	機身設計	直立
	機身重量	135 g
	機身尺寸	115.5 x 62.1 x 12.3 mm
	機身顏色	黑、白
螢幕規格	螢幕尺寸	3.5 吋
	螢幕解析度	320 x 480 pixel
	螢幕色彩	1670 萬色
執行速度	處理器	600MHz
	內建記憶體	16G
基本功能	應用程式	日曆、世界時鐘、行事曆待辦事項、計算機、記事本、鬧鈴
	影音多媒體	鈴聲格式：MP3、AAC 影片支援格式：MPEG-4, H.263, H.264
	電源管理	通話時間：300 分鐘 待機時間：300 小時
	網路(上網方式)	3G / WCDMA, GPRS, 3.5G / HSDPA, EDGE, Wi-Fi / WLAN
	作業系統	iPhone OS
進階功能	GPS 導航	有
	數位相機	300 萬畫素、自動對焦、無閃光燈
	JAVA	無
可擴充性	記憶體插槽	無
傳輸介面	USB	有
	紅外線	無
	藍芽	有

表 4-2 HTC Desire

HTC Desire		
		
第一層	第二層	第三層
操作介面	觸控螢幕	有
	按鍵輸入方式	手寫輸入、注音輸入、倉頡輸入、拼音輸入、筆劃輸入
外觀造型	機身設計	直立
	機身重量	135 g
	機身尺寸	119 x 60 x 11.9 mm
	機身顏色	灰
螢幕規格	螢幕尺寸	3.7 吋
	螢幕解析度	480 x 800 pixel
	螢幕色彩	1670 萬色
執行速度	處理器	1 GHz
	內建記憶體	512MB
基本功能	應用程式	日曆、來電警衛、錄音、數位指南針、世界時鐘、行事曆、FM 收音機
	影音多媒體	鈴聲格式：MP3、MIDI 影片支援格式：3GP、3G2、MP4、WMV
	電源管理	通話時間：400 分鐘 待機時間：360 小時
	網路(上網方式)	EDGE, GPRS, Wi-Fi / WLAN, 3G / WCDMA, 3.5G / HSDPA
	作業系統	Android 2.1
進階功能	GPS 導航	有
	數位相機	500 萬畫素、自動對焦、有閃光燈
	JAVA	有
可擴充性	記憶體插槽	microSDHC
傳輸介面	USB	有
	紅外線	無
	藍芽	有

表 4-3 Nokia X6

Nokia X6		
		
第一層	第二層	第三層
操作介面	觸控螢幕	有
	按鍵輸入方式	手寫輸入、筆劃輸入、注音輸入
外觀造型	機身設計	直立
	機身重量	122 g
	機身尺寸	111 x 51 x 13.8 mm
	機身顏色	白、黑
螢幕規格	螢幕尺寸	3.2 吋
	螢幕解析度	640 x 360 pixel
	螢幕色彩	1670 萬色
執行速度	處理器	433.9 MHz
	內建記憶體	16G
基本功能	應用程式	FM 收音機、鬧鈴、錄音、日曆、世界時鐘、計時器、計算機、記事本、單位換算、匯率換算、雙語辭典
	影音多媒體	鈴聲格式：MP3、video、midi 影片支援格式：3GPP(H.263)、H.264/AVC、MPEG-4、WMV9
	電源管理	通話時間：480 分鐘 待機時間：406 小時
	網路(上網方式)	3G / WCDMA, GPRS, EDGE, 3.5G / HSDPA, Wi-Fi / WLAN
	作業系統	Symbian 9.X S60 5.0
進階功能	GPS 導航	有
	數位相機	500 萬畫素、自動對焦、有閃光燈
	JAVA	有
可擴充性	記憶體插槽	無
傳輸介面	USB	有
	紅外線	無
	藍芽	有

表 4-4 Sony Ericsson X10

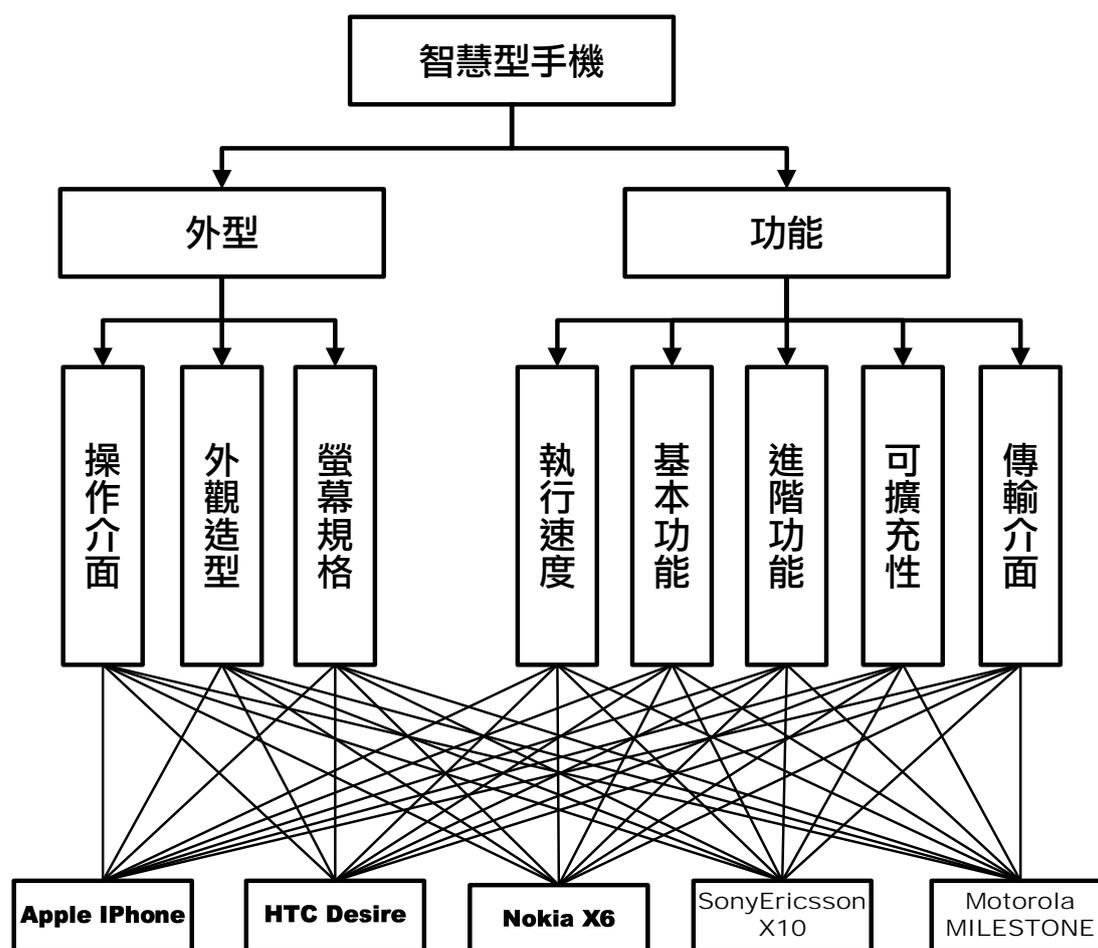
SonyEricsson X10		
		
第一層	第二層	第三層
操作介面	觸控螢幕	有
	按鍵輸入方式	手寫輸入、T9 智慧型輸入
外觀造型	機身設計	直立
	機身重量	135 g
	機身尺寸	119 x 63 x 13 mm
	機身顏色	黑、白
螢幕規格	螢幕尺寸	4 吋
	螢幕解析度	480 x 854 pixel
	螢幕色彩	65536 色
執行速度	處理器	1GHz
	內建記憶體	1G
基本功能	應用程式	世界時鐘、行事曆、計算機、鬧鈴、FM 收音機、日曆、計時器、記事本、語音備忘錄、錄音、雙語辭典
	影音多媒體	鈴聲格式：MP3、MIDI 影片支援格式：MP4
	電源管理	通話時間：600 分鐘 待機時間：425 小時
	網路(上網方式)	3.5G / HSDPA, 3G / WCDMA, EDGE, GPRS, Wi-Fi / WLAN
	作業系統	Android 1.6
進階功能	GPS 導航	有
	數位相機	810 萬畫素、自動對焦、有閃光燈
	JAVA	有
可擴充性	記憶體插槽	microSDHC
傳輸介面	USB	有
	紅外線	無
	藍芽	有

表 4-5 Motorola XT701

Motorola XT701		
		
第一層	第二層	第三層
操作介面	觸控螢幕	有
	按鍵輸入方式	手寫輸入、注音、拼音、倉頡、筆畫
外觀造型	機身設計	直立
	機身重量	169 g
	機身尺寸	115.8 x 60 x 13.7 mm
	機身顏色	黑
螢幕規格	螢幕尺寸	3.7 吋
	螢幕解析度	480 x 854 pixel
	螢幕色彩	1670 萬色
執行速度	處理器	550 mHz
	內建記憶體	512MB
基本功能	應用程式	日曆、世界時鐘、計算機、記事本、語音備忘錄、鬧鈴、錄音、通話錄音、FM收音機、來電警衛
	影音多媒體	鈴聲格式：AAC, AAC+, eAAC, eAAC+, MP3, OGG 影片支援格式：MPEG-4, H.263, H.264
	電源管理	通話時間：385 分鐘 待機時間：270 小時
	網路(上網方式)	3.5G / HSDPA, EDGE, GPRS, Wi-Fi / WLAN
	作業系統	Android 2.0
進階功能	GPS 導航	有
	數位相機	500 萬畫素、自動對焦、有閃光燈
	JAVA	有
可擴充性	記憶體插槽	microSDHC
傳輸介面	USB	有
	紅外線	無
	藍芽	有

### 4-3 智慧型手機權重分析

本研究之研究對象設定為曾經使用過智慧型手機之消費者為主，首先因素與因素間層級的架構則是透過文獻及相關資料蒐集來擬定評估準則，將成對比較決策因素設定在五組到六組之間，進而形成正式問卷，並概略統計發放對象之基本資料。



以下是關於 AHP 層級架構的部份做相關介紹

根據文獻及相關資料的蒐集，將智慧型手機分為二大構面，分別為外型及功能。外型的部份則包括了操作介面、外觀造型及螢幕規格。功能的部份則包括了執行速度、基本功能、進階功能、可擴充性及傳輸

介面。

操作介面：指觸控螢幕及按鍵輸入方式。

外觀造型：指機身設計(直立或折疊)、機身重量、機身尺寸(長寬厚)及機身顏色。

螢幕規格：指螢幕尺寸、螢幕解析度及螢幕色彩。

執行速度：指處理器及內建記憶體。

基本功能：應用程式(註 1)、影音多媒體(註 2)、電源管理(註 3)、網路(註 4)及作業系統(註 5)。

進階功能：GPS 導航、數位相機(註 6)及 JAVA。

可擴充性：記憶體插槽。

傳輸介面：USB、紅外線及藍芽。

註 1：Office 軟體、輸入法種類及實用工具軟體。

註 2：鈴聲格式、影片支援格式。

註 3：通話時間及待機時間。

註 4：上網方式。

註 5：版本種類(Windows Mobile、Symbian、Android)。

註 6：畫素、自動對焦、閃(補)光燈。

當因素都設定完成後，本研究採用網路問卷的方式發放給消費者填寫，一共發放 230 份，回收 230 份，有效問卷為 223 份。

在基本資料方面，主要分為性別、年齡層、學歷及工作，在問卷回收後利用 Microsoft Excel 統計結果，在性別方面以男性為多數，年齡方面則是 20-30 歲的年輕族群為多數，學歷方面則是大學為多數，最後職業部份則是以大學生居多，服務業其次。根據回收的問卷資料，將 223 位消費者所填寫的權重值進行整合，接著透過 Matlab 計算即可得到結果。接下來將示範案例評選流程。

步驟 1：先將全體受測者的給定的評估值轉為三角模糊數表示，接著以算數平均數(公式 3.3)整合全體受測者的意見，並建立模糊互補矩陣。(表 4-6~表 4-8)

表 4-6 二構面之模糊互補矩陣

	外型	功能
外型	(0.50,0.50,0.50)	(0.46,0.65,0.81)
功能	(0.19,0.34,0.53)	(0.50,0.50,0.50)

表 4-7 外型構面之模糊互補矩陣

	操作介面	外觀造型	螢幕規格
操作介面	(0.50,0.50,0.50)	(0.28,0.47,0.64)	(0.30,0.50,0.67)
外觀造型	(0.35,0.52,0.71)	(0.50,0.50,0.50)	(0.36,0.55,0.71)
螢幕規格	(0.32,0.49,0.69)	(0.28,0.45,0.64)	(0.50,0.50,0.50)

表 4-8 功能構面之模糊互補矩陣

	執行速度	基本功能	進階功能	可擴充性	傳輸介面
執行速度	(0.50,0.50,0.50)	(0.30,0.49,0.66)	(0.28,0.47,0.64)	(0.28,0.47,0.64)	(0.26,0.45,0.62)
基本功能	(0.34,0.51,0.70)	(0.50,0.50,0.50)	(0.30,0.50,0.67)	(0.28,0.47,0.64)	(0.24,0.44,0.62)
進階功能	(0.36,0.53,0.72)	(0.33,0.50,0.70)	(0.50,0.50,0.50)	(0.28,0.48,0.66)	(0.25,0.44,0.62)
可擴充性	(0.36,0.53,0.72)	(0.36,0.53,0.72)	(0.34,0.52,0.72)	(0.50,0.50,0.50)	(0.28,0.48,0.65)
傳輸介面	(0.38,0.55,0.74)	(0.38,0.56,0.76)	(0.38,0.56,0.75)	(0.35,0.52,0.72)	(0.50,0.50,0.50)

步驟 2：接著利用公式 3.4 計算出各階層的因素權重，並利用公式 3.5 將模糊權重解模糊化。(表 4-9)

表 4-9 各階層因素的權重

	權重值
外型	0.5722
功能	0.4278
	權重值
操作介面	0.3211
外觀造型	0.3576
螢幕規格	0.3213
	權重值
執行速度	0.1713
基本功能	0.1802
進階功能	0.1916
可擴充性	0.2138
傳輸介面	0.2432

步驟3：當計算出各階層的權重後，便可以進行層級串連。串連之後即可得到所有因素的相對權重(如表 4-10)。

表 4-10 因素相對權重表

	消費者重視的因素	相對權重值	排序
外型	操作介面	0.1837	3
	外觀造型	0.2046	1
	螢幕規格	0.1839	2
功能	執行速度	0.0733	8
	基本功能	0.0771	7
	進階功能	0.0820	6
	可擴充性	0.0915	5
	傳輸介面	0.1040	4

#### 4-4 智慧型手機方案排序

本節係針對前一節所計算出之權重，進行方案評比，案例上以五款智慧型手機為例，首先由消費者根據這五款智慧型手機給予滿意度評分後，進行模糊語意尺度的轉換，接著整合多人的評分後，導入因素權重，並計算每個方案與正負理想解的距離，最後則是提供方案決策。

步驟 1：以算數平均數整合多人意見評分表後，將評分值轉為研究中設定之三角模糊數。(表 4-11)

表 4-11 多人意見評分表

	案例 A	案例 B	案例 C	案例 D	案例 E
操作介面	(0.62,0.77,0.91)	(0.58,0.72,0.87)	(0.58,0.72,0.87)	(0.54,0.70,0.86)	(0.43,0.57,0.70)
外觀造型	(0.52,0.66,0.79)	(0.48,0.61,0.74)	(0.49,0.63,0.78)	(0.40,0.54,0.69)	(0.40,0.54,0.69)
螢幕規格	(0.56,0.72,0.89)	(0.54,0.70,0.86)	(0.50,0.61,0.72)	(0.49,0.63,0.78)	(0.51,0.68,0.84)
執行速度	(0.47,0.63,0.80)	(0.52,0.66,0.79)	(0.38,0.50,0.62)	(0.61,0.74,0.88)	(0.34,0.48,0.61)
基本功能	(0.60,0.72,0.84)	(0.66,0.79,0.92)	(0.54,0.70,0.86)	(0.62,0.77,0.91)	(0.61,0.74,0.88)
進階功能	(0.49,0.63,0.78)	(0.62,0.77,0.91)	(0.56,0.72,0.89)	(0.62,0.77,0.91)	(0.59,0.74,0.90)
可擴充性	(0.18,0.32,0.47)	(0.62,0.77,0.91)	(0.31,0.46,0.60)	(0.66,0.79,0.92)	(0.52,0.70,0.88)
傳輸介面	(0.51,0.68,0.84)	(0.59,0.74,0.90)	(0.62,0.77,0.91)	(0.59,0.74,0.90)	(0.58,0.72,0.87)

步驟 2：將多人意見評分矩陣進行加權，權重部份則是透過之前 FAHP 所求得，加權後評分矩陣如下表 4-12。

表 4-12 加權後評分矩陣

	案例 A	案例 B	案例 C	案例 D	案例 E
操作介面	(0.11,0.14,0.17)	(0.11,0.13,0.16)	(0.11,0.13,0.16)	(0.10,0.13,0.16)	(0.08,0.10,0.13)
外觀造型	(0.11,0.13,0.16)	(0.10,0.13,0.15)	(0.10,0.13,0.16)	(0.08,0.11,0.14)	(0.08,0.11,0.14)
螢幕規格	(0.10,0.13,0.16)	(0.10,0.13,0.16)	(0.09,0.11,0.13)	(0.09,0.12,0.14)	(0.09,0.12,0.16)
執行速度	(0.03,0.05,0.06)	(0.04,0.05,0.06)	(0.03,0.04,0.05)	(0.04,0.05,0.06)	(0.03,0.04,0.04)
基本功能	(0.05,0.06,0.07)	(0.05,0.06,0.07)	(0.04,0.05,0.07)	(0.05,0.06,0.07)	(0.05,0.06,0.07)
進階功能	(0.04,0.05,0.06)	(0.05,0.06,0.07)	(0.05,0.06,0.07)	(0.05,0.06,0.07)	(0.05,0.06,0.07)
可擴充性	(0.02,0.03,0.04)	(0.06,0.07,0.08)	(0.03,0.04,0.05)	(0.06,0.07,0.08)	(0.05,0.06,0.08)
傳輸介面	(0.05,0.07,0.09)	(0.06,0.08,0.09)	(0.06,0.08,0.09)	(0.06,0.08,0.09)	(0.06,0.08,0.09)

步驟 3：接著定義加權後評分矩陣的正負理想解，計算出每個方案跟正負理想解的距離即可得到最後的方案排序(如表 4-13)。

表 4-13 為各方案優先順序

	貼近係數	排序
案例 A (Apple iPhone)	0.6107	3
案例 B (HTC Desire)	0.8377	1
案例 C (Nokia X6)	0.4798	4
案例 D (SonyEricsson X10)	0.6446	2
案例 E (Motorola XT701)	0.4181	5

由排序結果可以得知，在消費者心中最滿意的手機排名分別為 HTC Desire > SonyEricsson X10 > Apple iPhone > Nokia X6 > Motorola XT701

#### 4-5 系統操作介面及相關參數設定

本節主要針對系統部分進行相關的介紹，研究上，採用 Matlab 為開發系統之工具，並結合 FAHP 及 FTOPSIS 兩種評估法，首先介紹 Matlab 操作介面部分(如圖 4-1)，接著依序介紹輸入方式以及相關參數設定。

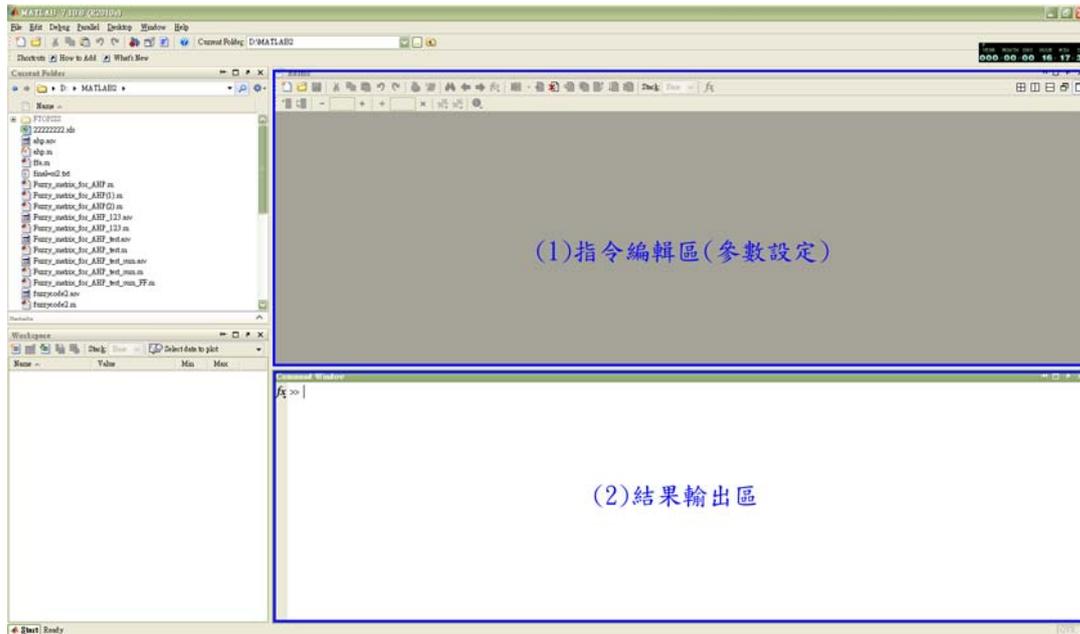


圖 4-1 Matlab 操作介面

首先介紹 FAHP 的設定部份(圖 4-2)，一開始先定義要讀取的檔案名稱，接著根據自己的層級架構設定矩陣的數目，使用者也可自己定義想要的三角模糊數，以進行模糊數的轉換。

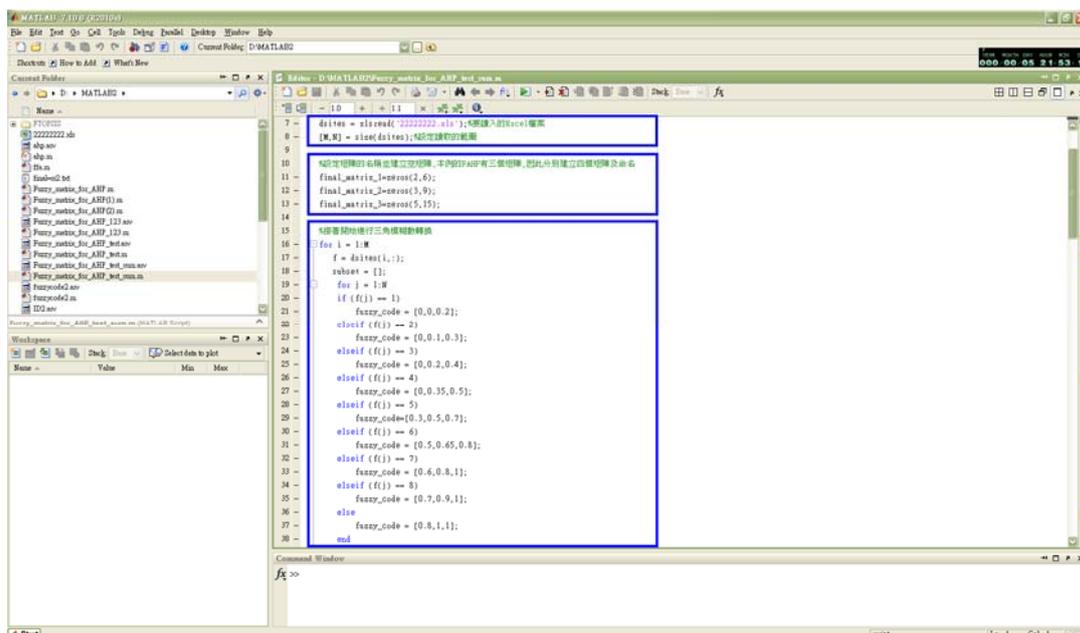


圖 4-2 FAHP 參數設定部份

在設定完讀取檔名、矩陣數目及三角模糊數後，程式會自動彙整全體受測者的意見進行三角模糊數的轉換，接著進行模糊互補運算、解模糊化及進行層級串連，最後輸出結果(如圖 4-3)。

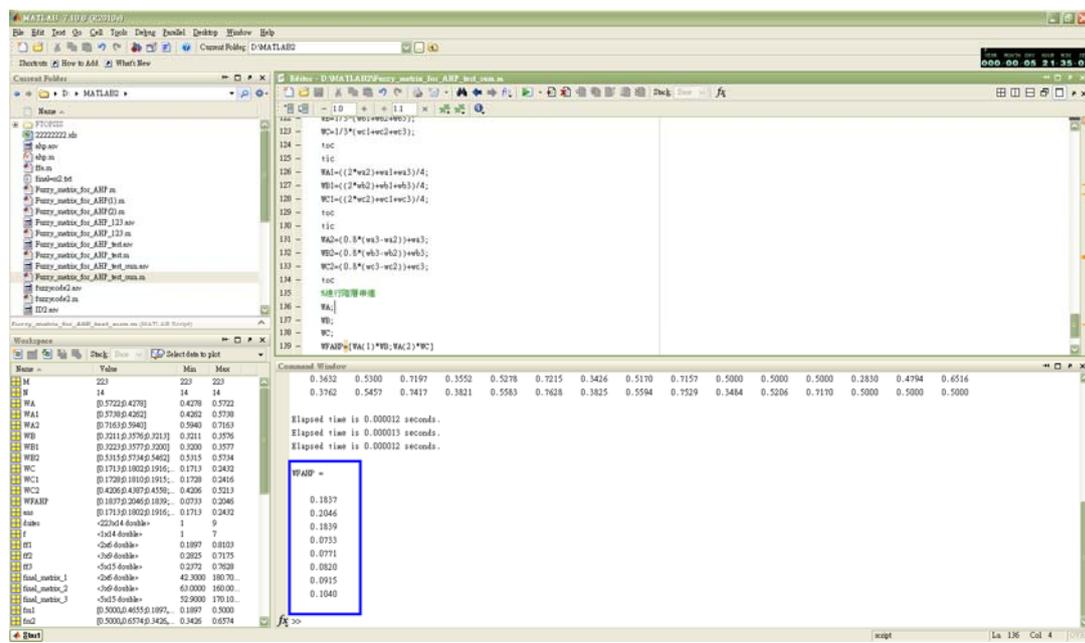


圖 4-3 程式輸出結果

接著介紹 FTOPSIS 相關的參數設定，FTOPSIS 參數部份包括：1. 案例的評分 2. FAHP 計算的權重。在案例評分的部份，使用者可以根據自己對五款手機進行評分，接著將評分完的資料輸入矩陣，而在權重部份，使用者只需要將 FAHP 求得之權重進行貼上即可。(如圖 4-4)

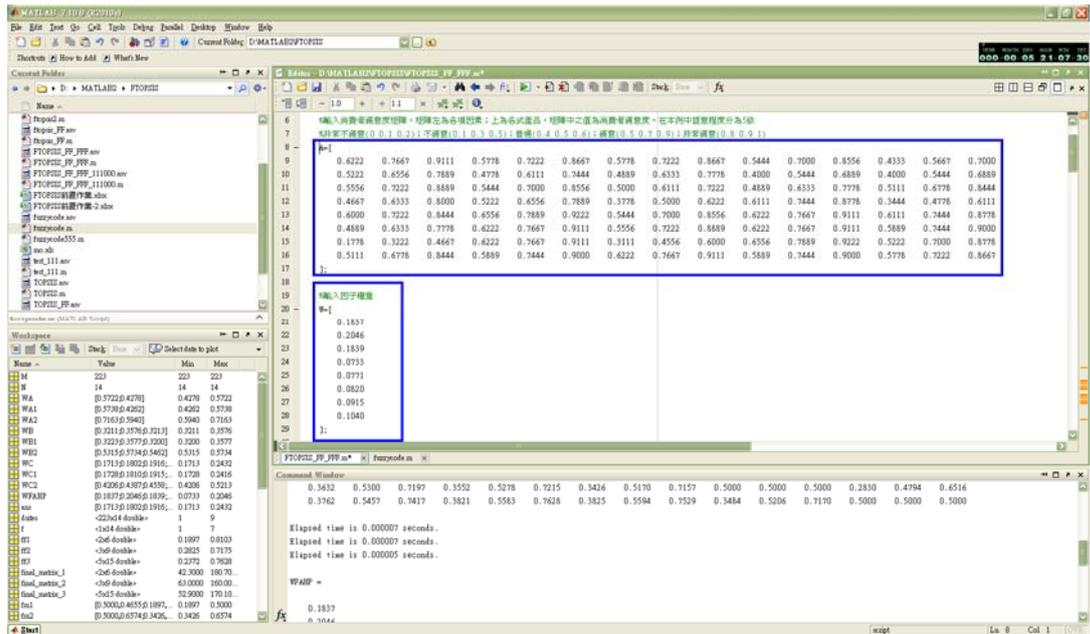


圖 4-4 FTOPSIS 參數設定畫面。

當 FTOPSIS 參數都設定完畢後，系統會根據使用者輸入的方案評分及權重因素，先將矩陣進行加權，最後則會輸出結果供使用者決策參考。(如圖 4-5)

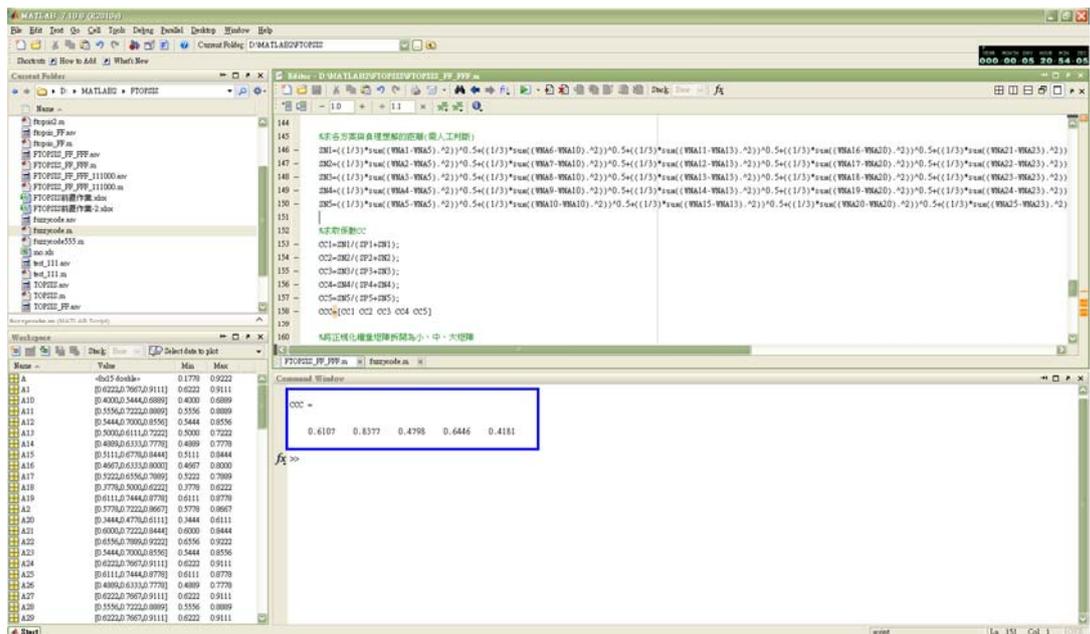


圖 4-5 最後各方案的排序結果

#### 4-6 結果討論

本章節將根據實驗的結果，進行相關的探討：

首先為方法部份，本研究所採用的 FAHP 層級分析法有效的改善了語意尺度上的問題，並且將 TOPSIS 方法進行模糊化及修正正負理想解部份，透過案例驗證的結果，可以得知消費者重視的權重因素及心中滿意的方案排序，研究中提到將決策方法模糊化以求得較客觀的權重值及貼近消費者心中的方案排序，本研究認為是必要的，因為權重及方案的評分皆由消費者進行填寫，會產生語意尺度上的問題，透過本研究採用的 FAHP 方式，可改善語意尺度上的問題，讓整個決策的過程更為周詳。

在決策系統部分，研究上採用 Matlab 為工具進行開發，以使用者自行更改參數設定的方式進行計算，並提供方案排序建議使用者決策，在輸入方式的部分，無 GUI 介面讓使用者可以採取較便利方式輸入，此為本研究決策系統缺失之處，因當初在設計程式時考量到許多因素，如要將整個決策流程都透過圖形化介面方式表達，實有困難之處，因此在輸入介面這部份才考慮採用更改程式碼方式，方便性較低，但系統可更改的彈性較高。

在案例部份，研究中將智慧型手機之層級因素劃分為兩大構面及八大因素，其中並未將價格因素考慮進去，此部份為本研究案例之限制，

因當初在考量因素時，經過資料蒐集及相關店家訪談，價格因素牽涉到電信業者的促銷方案、門號的綁約期間及通話資費等，變動幅度較大，且影響之程度較其他因素來的多，而研究中所設定之決策模式，是希望透過消費者自行挑選喜好之手機進行評選，因此，最後建構層級時決定將價格因素刪除。

在計算部份，研究中均採用三角模糊數進行相關的運算，而文獻探討部份有提及梯形模糊數及鐘型模糊數，但並未採用，因梯形模糊數及鐘型模糊數如要套用在研究中所提及之模糊互補矩陣，在語意的設定上會無法呈現出一個互相對映的互補圖形，因此研究中最後則是採用三角模糊數進行計算。

根據實驗結果，問卷的樣本大部分皆為年輕人族群，在權重部份，外觀造型因素則是最被重視的項目之一，此部份之結果可以提供給手機的製造開發商參考，再未來設計智慧型手機時首要考慮的項目之一。

## 第五章、結論與建議

本章節將整合研究中所探討並完成的結果，以及具體提出建議與後續的展望，提供未來有那些研究方向是可以再繼續深入探討。

### 5-1 結論

本研究根據文獻及相關資料蒐集，將層級歸納為二構面及八個因素進行權重值比較，在案例的部份挑選了五支智慧型手機進行方法的驗證，並撰寫程式，以確保方法的結合可以正常計算，而根據實驗結果，以下提出四點結論：

在求取權重部份，採用模糊層級分析法所得到的結果，較為貼近真實消費者重視的因素，因為模糊語意的一致性較接近真實思維的一致性，因此所得到的權重值才是較貼近消費者重視因素之權重值。在模糊層級分析法上，研究中應用模糊互補矩陣取代模糊正倒值矩陣，可避免模糊語意在轉換為模糊數設定上的不合理狀況產生。

方案排序上面，研究中提到 TOPSIS 法是一個非常好的方案排序方法，但在求取權重值部份需要搭配方法讓方案排序更為客觀，因此在權重部分結合了模糊層級分析法，也將 TOPSIS 法擴展到模糊運算，使得方案的排序可以更加客觀。

在決策支援系統方面，以 Matlab 撰寫程式，讓使用者可以依據自己給定的權重及案例評分，透過修改程式碼的方式，由系統計算後建議使用者決策的方案。

而在應用部分，透過本研究之模糊評選架構，在未來不僅可以應用於產品設計開發上，也可以運用在人事評選上，在產品開發部分，可以針對不同的設計案進行評選，由決策者、消費者與設計師三者給予權重，最後進行方案評選，相信這樣得出的結果會較一般傳統決策方法來的更為嚴謹。

根據以上結論得到以下幾點貢獻：

研究中所提出之評估架構，以模糊數學的分析方式改善傳統的數量方法，使得決策過程中的模糊性獲得表達，藉由不同決策方法的結合，並搭配決策支援系統的概念，能夠有效的改善傳統單一決策分析上的缺失，並使評估的結果更為客觀且更貼近真實。

由於在研究中的運算過程是以模糊理論為基礎，因此計算過程較一般繁複，在運算過程中本研究以 Matlab 撰寫程式碼，同時考量到不同方案可能會有不同的層級架構或方案數目，將程式分為兩個模組，每個模組皆可獨立運算及相互搭配，供後續研究者方便使用。

## **5-2 建議**

在未來建議部分，將提出以下幾點作為後續研究參考：

1. 在求取各因素間權重值部份，可以考慮採用其他求取權重值方式進行計算，或是在方法的結合上，也可以採行兩種以上方法進行結合並比較其優缺。

2. 本研究的程式主要用於輔助計算上，希望未來在使用者介面或平台上，可以結合網路或圖形化方式，讓使用者可以更容易輸入參數及設定。
3. 在模糊數計算上可以採用其他的模糊數來進行計算，如：梯形模糊數及鐘形模糊數。

## 參考文獻

1. Alter, S.L. (1997). A Taxonomy of Decision Support System, Sloan Management Review, 19, 39-56.
2. Abo-Sinna, M.A. & Amer, A.H. (2005). Extensions of TOPSIS for multi-objective large-scale nonlinear programming problems, Applied Mathematics and Computation, 162(1), 243-256.
3. Banerjee, S. & Basu, A. (1993). Model Type Selection in an Integrated DSS Environment, Decision Support Systems, Vol. 1, pp. 75--89.
4. Buckley, J.J. (1985). Fuzzy Hierarchical Analysis, Fuzzy Sets and Systems, 17, 233-247.
5. Chen, C.T. (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment, Fuzzy Sets and Systems, 114(1), 1-9.
6. Chen, D.N. & Chuang, C.H. & Jeng, B.C. (2002). An Adaptive-AHP Multi-Agent Framework that Supports Collective Purchasing in Electronic Commerce, Proceedings of PACIS 2002, Tokyo, Japan, Sep, 2-4.
7. Chen, M.F. & Tzeng, G.H. (2004). Combining Grey Relation and TOPSIS Concepts for Selecting an Expatriate Host Country, Mathematical and Computer Modelling, 40, 1473-1490.
8. Chen, S.J. and Hwang, C.L. (1992). Fuzzy Multiple Attribute Decision Making-Method and Application (Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems), Springer-Verlag, 465-473.
9. Churchman, C.W., & Ackoff, R.L. (1954). An approximate measure of value, Journal of the Operations Research Society of America, 2(2), 172-187.
10. Deng, H. & Yeh, C.H. & Willis, R.J. (2000). Inter-company

11. Feng, Y. (1995). Application of TOPSIS in Investment Decision Making of Oilfield Development, *Journal of Petroleum Institute*, 27(10), 103-112.
12. Hsu, T.K. & Tsai, Y.F. & Wu, H.H. (2008). The preference analysis for tourist choice of destination: A Case Study of Taiwan, *Tourism Management*, 30(2), 288-297.
13. Hwang, C.L. & Yoon, K. (1981). *Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications (Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems)*, Springer-Verlag.
14. Isiklar, G. & Büyüközkan, G. (2007). Using a multi-criteria decision making approach to evaluate mobile phone alternatives, *Computer Standards and Interfaces*, 29, 265-274.
15. Janic, M. (2003). Multicriteria Evaluation Of High-Speed Rail Transrapid Maglev And Air Passenger Transport In Europe, *Transportation Planning and Technology*, 26(6), 491-512.
16. Jason, K.L. (2005). Multiple criteria decision making and decision support systems for flood risk management, *Stoch Environ Res Risk Assess*, 19, 438-447.
17. Jee, D.H. & Kang, K.J. (2000). A method for optimal material selection aided with decision making theory, *Materials and Design*, 21, 199-206.
18. Keen, P.G. W. & Scott Morton, M.S. (1978). *Decision Support System, An Organizational Perspective*, MA: Addison-Wesley.
19. L.A. Zadeh. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8:338-353.
20. Laarhoven, P.J.M. & Pedrycz, W. (1983). A Fuzzy Extension of Saaty's Priority Theory, *Fuzzy Sets and Systems*, 11, 229-241.
21. Lin, M.C. & Wang, C.C. & Chen, M.S. & Chang, C.A. (2008). Using

22. Majchrzak, A. & Chang, T.C. & Barfield, W. & Eberts, R. & Salvendy, G. (1987). *Human Aspects of Computer-Aided Design*, Taylor & Francis, Hill, Inc.
23. Mon, D.L. & Cheng, C.H. & Lin J.C., (1994). Evaluating Weapon System Using Fuzzy Analytic Hierarchy Process Based on Entropy Weight, *Fuzzy Sets and Systems*, 62, 127-134.
24. Narasimhan , R. (1983). An Analytic Hierarchical Process to Supplier Selection, *Journal of Purchasing & Material Management*, 19(1), 27-32.
25. Olson, D.L. (2004). Comparison of Weights in TOPSIS Models. *Mathematical and Computer Modelling*, 40(7-8), 721-727.
26. Saaty, T.L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill.
27. Scott Morton, M.S. (1971). *Management Decision System: Computer Based Support for Decision Making* , Division of Research, Harvard University, Cambridge, Mass.
28. Shih, H.S. & Shyr, H.J. & Lee, E.S. (2007). An extension of TOPSIS for group decision making, *Mathematical and Computer Modelling*, 45(7-8), 801-813.
29. Sprague, R.H. & Carlson, E.D. (1982). *Building Effective Decision Support Systems*, Englewood Cliffs, Prentice-Hall, Inc.
30. Stelios, H.Z. (1998). Multi-attribute decision making: A simulation comparison of select methods, *European Journal of Operational Research*, 107, 507-529.
31. Turban, E. & Aronson, J.E. (2001). *Decision support systems and intelligent systems* (6th ed.). New Jersey: Prentice-Hall.
32. Turban, E., (1995). *Decision Support Systems and Expert Systems* (4th ed.): management support systems , New Jersey: Prentice-Hall.

33. Zeleny, M. (1982). Multiple criteria decision making. McGraw-Hill.
34. 王文俊(2007)，認識 Fuzzy，全華圖書。
35. 王家賢(2008)，結合 AHP 與 DEA 探討企業內部稽核之成效，國立高雄應用科技大學商務經營研究所碩士論文。
36. 吳萬益、林清河(2000)，企業研究方法，華泰書局。
37. 呂建成(2002)，企業電子化策略方案評選之研究。大葉大學資訊管理研究所碩士論文。
38. 李柏年(2007)，模糊數學及其應用，合肥工業大學出版社。
39. 李崇銘(2007)，住宅整建診斷與修復決策支援系統，國立台灣科技大學建築系碩士論文。
40. 李瑋浩(2009)，TOPSIS 群體理想解整合模式之研究，國立成功大學工業與資訊管理學系碩士班碩士論文。
41. 林志峰(2007)，以模糊層級分析程序為基礎的商品推薦系統，義守大學資訊管理學系碩士班碩士論文。
42. 夏逸平(2007)，整建廠商改善服務品質之動態決策支援系統，國立臺灣科技大學營建工程系博士論文。
43. 徐燕娟(2007)，以 AHP 法探討供應商遴選關鍵決定因素權重之研究-以筆記型電腦週邊配件為例，國立中央大學企業管理系碩士論文。

44. 張志向(1997)，應用模糊理論於中小企業信用評等表改善建立之研究，義守大學管理科學研究所碩士論文
45. 張美娟(2003)，國內有線電視發展數位電視服務經營策略之研究，台灣師範大學圖文傳播學系研究所碩士論文。
46. 梁定澎(1992)，決策支援系統，松崗電腦圖書資料股份有限公司。
47. 莊庭豪(2007)，應用模糊多準則決策於台灣半導體零組件代理商方案評估之研究，華梵大學資訊管理學系碩士班碩士論文。
48. 許家偉(2004)，產品環境化設計策略與決策支援系統之研究，南華大學環境管理研究所碩士論文。
49. 許雅婷(2009)，住宅櫥櫃系統選購之決策支援模型，國立台灣科技大學建築系碩士論文。
50. 馮正民、李穗玲，(2000)，由決策習慣探討 AHP 之評估方法，中華管理學報，第一卷，第一期，21-26。
51. 詹文良(2009)，以集群分析法及關聯法則建構整合式決策支援系統之介面連結，國立成功大學工業與資訊管理學系碩士論文。
52. 劉文良(2008)。決策支援系統，基峰資訊股份有限公司。
53. 劉伯村(2004)，應用模糊多屬性決策法於博物館服務品質評估之研究，南台科技大學工業管理研究所碩士論文。
54. 蔡孟娟(2008)，外資醫療機構進入中國區位評選模型之建構，銘

55. 鄭景俗、朱瓊濤、王佳文、廖述賢 (2003)，一新 2-tuples 模糊語言運算在資訊專業人員團隊績效評估之應用，人力資源管理學報秋季號，第三卷，第三期，81-105。
56. 鄧振源、曾國雄，(1989)，層級分析法(AHP)的內涵特性與應用(下)，中國統計學報，第二十七卷，第七期，pp.1-20。
57. 鄧振源、曾國雄，(1989)，層級分析法(AHP)的內涵特性與應用(上)，中國統計學報，第二十七卷，第六期，pp.5-22。
58. 賴慧蓉(2007)，消費者購屋決策模式之建立-以台中市透天別墅為例，朝陽科技大學企業管理系碩士班碩士論文。
59. 魏巧晴(2003)，產品設計初期模糊決策之研究，大葉大學工業工程系碩士班碩士論文。
60. 魏眾、申金升、陳繼軍(2005)，企業物流外包風險形成機理及防範研究，中國安全科學學報，第一期，32-35。
61. 羅文君(2005)，應用決策支援系統於企業評價之研究，華梵大學工業工程與經營資訊學系碩士班碩士論文。
62. 陳其生(2007)，智慧型手機之消費者行為研究-以商務人士為例，銘傳大學管理學院高階經理碩士學程碩士論文。
63. 王占魁(2009)，智慧型手機網路使用意願及相關因素探討，樹德

64. 馮釗炫(2000)，多評準決策技術應用於電腦模擬分析之研究，中華大學工業工程與管理研究所碩士論文。
65. 宋政勛(2001)，企業轉型電子化之組織及策略配套之分析，國立交通大學科技管理研究所碩士論文。
66. 簡志郎(2003)，模糊理論與 TOPSIS 法於失效模式與效應分析之應用，逢甲大學工業工程研究所碩士論文。
67. 陳緯航(2009)，2010 全球手機出貨預測，拓璞產業研究所研究報告。

親愛的受訪者您好：

這是一份針對「智慧型手機」為研究對象之問卷，目的是消費者對於選購智慧型手機時各需求間重要性評估，希望能透過您寶貴的意見，讓我們能更了解消費者心中對於選購智慧型手機各因素間之重要性。

本研究共分為兩個部份：第一部為受訪者之基本資料，第二部份為選購智慧型手機因素間重要性強度比較，共有 4 題組。本問卷採無記名方式作答，所得到之研究數據僅供學術用途，您的寶貴意見將對本研究結果具有決定性的影響，請您安心作答。我們非常感謝您的合作與支持。

敬祝 順心

東海大學工業設計研究所

指導教授：王中行 博士

研究生：鍾仁傑

E-Mail:g96740002@thu.edu.tw

## 第一部份：基本資料

1. 請問您的性別？ 男 女

2. 請問您的年齡？

15 歲以下      15-20 歲      20-30 歲  
30-40 歲      40-50 歲      50 歲以上

3. 請問您的教育程度？

國中      高中職      技術學院  
大學      碩士      其他：\_\_\_\_\_

4. 請問您的職業？

無      軍公教人員      農  
工      商      學生  
自由業      服務業      其他：\_\_\_\_\_

問卷填寫說明：

本問卷是在做兩因素的重要性強度比較，填答中間為兩因素等強，愈向左則為左方因素較強；愈向右則為右方因素較強。敬請依題意以您個人的經驗及看法在最適合的□內打✓，每題只填一個答案，謝謝。

範例如下：

當您購買房子的時候，考慮的因素有價格、坪數、地點等三項因素，若您認為價格感覺重要於坪數，請在左方「重要」的□內打✓。

接著，若您認為地點相對於價格較重要而等級介於「重要」及「稍為重要」之間，則請在「頗為重要」的□內打✓。

再者，若您認為坪數與地點兩者的重要性同等重要，則在「同等重要」的□內打✓，依此類推，如下所示：

	極度重要	重要	頗為重要	稍為重要	同等重要	稍為重要	頗為重要	重要	極度重要	
價格		✓								坪數
地點			✓							價格
坪數					✓					地點

## 第二部份：選購因素間其相對重要性評估

1. 請問您認為選購智慧型手機的「外型、功能及其他」構面其相對重要性如何？

外型：指操作介面、外觀造型及螢幕規格。

功能：指執行速度、基本功能、進階功能、可擴充性及傳輸介面。

其他：指品牌、保固時間及售後服務。

	極度重要	重要	頗為重要	稍為重要	同等重要	稍微重要	頗為重要	重要	極度重要	
外型										功能

2. 請問您認為選購智慧型手機的「操作介面、外觀造型及螢幕規格」因素間其相對重要性如何？

操作介面：指觸控螢幕及按鍵輸入。

外觀造型：機身設計(直立或折疊)、機身重量、機身尺寸(長寬厚)及機身顏色。

螢幕規格：螢幕尺寸、螢幕解析度及螢幕色彩。

	極度重要	重要	頗為重要	稍為重要	同等重要	稍微重要	頗為重要	重要	極度重要	
操作介面										外觀造型
操作介面										螢幕規格
外觀造型										螢幕規格

3.請問您認為選購智慧型手機的「執行速度、基本功能、進階功能、可擴充性及傳輸介面」因素間其相對重要性如何？

執行速度：處理器及內建記憶體。

基本功能：應用程式(註1)、影音多媒體(註2)、電源管理(註3)、網路(註4)及作業系統(註5)。

進階功能：GPS 導航、數位相機(註6)及 JAVA。

可擴充性：記憶體插槽。

傳輸介面：USB、紅外線及藍芽。

	極度重要	重要	頗為重要	稍為重要	同等重要	稍微重要	頗為重要	重要	極度重要	
執行速度										基本功能
執行速度										進階功能
執行速度										可擴充性
執行速度										傳輸介面
基本功能										進階功能
基本功能										可擴充性
基本功能										傳輸介面
進階功能										可擴充性
進階功能										傳輸介面
可擴充性										傳輸介面

註1：Office 軟體、輸入法及實用工具軟體

註2：鈴聲格式、影片播放格式。

註3：通話時間、待機時間。

註4：上網方式。

註5：版本種類(Windows Mobile、Symbian、Android)。

註6：畫素、自動對焦、閃(補)光燈。

~本問卷到此結束，再次感謝您的幫助。~

若您對本問卷或是問卷內容有任何意見或是不了解之處，請您提供意見，我們必會將您的寶貴意見列入參考

意見：

親愛的受訪者您好：

這是一份針對「智慧型手機」為研究對象之問卷，目的是消費者對於下列幾款智慧型手機的滿意度評估，希望能透過您寶貴的意見，讓我們能更了解您心中智慧型手機之滿意度。

本問卷採無記名方式作答，所得到之研究數據僅供學術用途，您的寶貴意見將對本研究結果具有決定性的影響，請您安心作答。我們非常感謝您的合作與支持。

敬祝 順心

東海大學工業設計研究所

指導教授：王中行 博士

研究生：鍾仁傑

E-Mail:g96740002@thu.edu.tw

## 第一部份：基本資料

1.請問您的性別？ 男 女

2.請問您的年齡？

15歲以下      15-20歲      20-30歲  
30-40歲      40-50歲      50歲以上

3.請問您的教育程度？

國中      高中職      技術學院  
大學      碩士      其他：\_\_\_\_\_

4.請問您的職業？

無      軍公教人員 農  
工      商      學生  
自由業      服務業      其他：\_\_\_\_\_

問卷填寫說明：

請看完附件五支手機的資料及圖片，接下來則開始進行評分。

1.請您針對五支手機在您心中的滿意度進行評分，評分尺度為1到5，以下為尺度表，請根據左方的因素欄位，針對手機進行您心中的滿意度評分，例：如您對某支手機的某個因素不滿意的話，請在該欄位填入2分，如您對某支手機的某個因素非常滿意，請在該欄位填入5分，請謹慎作答，您謹慎的作答將會使數據更趨於完整，系統較能精算出您心中最滿意的智慧型手機。

1	Apple iPhone														
		<p>請根據右方欄位內因素進行您心中的滿意度評分(填寫在左方第一欄)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>語意</th> <th>尺度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>非常不滿意</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>不滿意</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>普通</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>滿意</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>非常滿意</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>		語意	尺度	非常不滿意	1	不滿意	2	普通	3	滿意	4	非常滿意	5
語意	尺度														
非常不滿意	1														
不滿意	2														
普通	3														
滿意	4														
非常滿意	5														
評分	第一層	第二層	第三層												
	操作介面	觸控螢幕	有												
		按鍵輸入方式	手寫輸入、T9 智慧型輸入、日文輸入、英文輸入、智慧型中英文 Z 輸入												
	外觀造型	機身設計	直立												
		機身重量	135 g												
		機身尺寸	115.5 x 62.1 x 12.3 mm												
		機身顏色	黑、白												
	螢幕規格	螢幕尺寸	3.5 吋												
		螢幕解析度	320 x 480 pixel												
		螢幕色彩	1670 萬色												
	執行速度	處理器	600MHz												
		內建記憶體	16G												
	基本功能	應用程式	日曆、世界時鐘、行事曆待辦事項、計算機、記事本、鬧鈴												
		影音多媒體	鈴聲格式：MP3、AAC 影片支援格式：MPEG-4, H.263, H.264												
		電源管理	通話時間：300 分鐘 待機時間：300 小時												
		網路(上網方式)	3G / WCDMA, GPRS, 3.5G / HSDPA, EDGE, Wi-Fi / WLAN												
		作業系統	iPhone OS												
	進階功能	GPS 導航	有												
		數位相機	300 萬畫素、自動對焦、無閃光燈												
		JAVA	無												
	可擴充性	記憶體插槽	無												
	傳輸介面	USB	有												
		紅外線	無												
		藍芽	有												



請根據右方欄位內因素進行您心中的滿意度評分(填寫在左方第一欄)

語意	尺度
非常不滿意	1
不滿意	2
普通	3
滿意	4
非常滿意	5

評分	第一層	第二層	第三層
	操作介面	觸控螢幕	有
		按鍵輸入方式	手寫輸入、注音輸入、倉頡輸入、拼音輸入、筆劃輸入
	外觀造型	機身設計	直立
		機身重量	135 g
		機身尺寸	119 x 60 x 11.9 mm
		機身顏色	灰
	螢幕規格	螢幕尺寸	3.7 吋
		螢幕解析度	480 x 800 pixel
		螢幕色彩	1670 萬色
	執行速度	處理器	1 GHz
		內建記憶體	512MB
	基本功能	應用程式	日曆、來電警衛、錄音、數位指南針、世界時鐘、行事曆、FM 收音機
		影音多媒體	鈴聲格式：MP3、MIDI 影片支援格式：3GP、3G2、MP4、WMV
		電源管理	通話時間：400 分鐘 待機時間：360 小時
		網路(上網方式)	EDGE, GPRS, Wi-Fi / WLAN, 3G / WCDMA, 3.5G / HSDPA
		作業系統	Android 2.1
	進階功能	GPS 導航	有
		數位相機	500 萬畫素、自動對焦、有閃光燈
		JAVA	有
	可擴充性	記憶體插槽	microSDHC
	傳輸介面	USB	有
		紅外線	無
		藍芽	有

3

## Nokia X6



請根據右方欄位內因素進行您心中的滿意度評分(填寫在左方第一欄)

語意	尺度
非常不滿意	1
不滿意	2
普通	3
滿意	4
非常滿意	5

評分	第一層	第二層	第三層
	操作介面	觸控螢幕	有
		按鍵輸入方式	手寫輸入、筆劃輸入、注音輸入
	外觀造型	機身設計	直立
		機身重量	122 g
		機身尺寸	111 x 51 x 13.8 mm
		機身顏色	白、黑
	螢幕規格	螢幕尺寸	3.2 吋
		螢幕解析度	640 x 360 pixel
		螢幕色彩	1670 萬色
	執行速度	處理器	433.9 MHz
		內建記憶體	16G
	基本功能	應用程式	FM 收音機、鬧鈴、錄音、日曆、世界時鐘、計時器、計算機、記事本、單位換算、匯率換算、雙語辭典
		影音多媒體	鈴聲格式：MP3、video、midi 影片支援格式：3GPP(H.263)、H.264/AVC、MPEG-4、WMV9
		電源管理	通話時間：480 分鐘 待機時間：406 小時
		網路(上網方式)	3G / WCDMA, GPRS, EDGE, 3.5G / HSDPA, Wi-Fi / WLAN
		作業系統	Symbian 9.X S60 5.0
	進階功能	GPS 導航	有
		數位相機	500 萬畫素、自動對焦、有閃光燈
		JAVA	有
	可擴充性	記憶體插槽	無
	傳輸介面	USB	有
		紅外線	無
		藍芽	有



請根據右方欄位內因素進行您心中的滿意度評分(填寫在左方第一欄)

語意	尺度
非常不滿意	1
不滿意	2
普通	3
滿意	4
非常滿意	5

評分	第一層	第二層	第三層
	操作介面	觸控螢幕	有
		按鍵輸入方式	手寫輸入、T9 智慧型輸入
	外觀造型	機身設計	直立
		機身重量	135 g
		機身尺寸	119 x 63 x 13 mm
		機身顏色	黑、白
	螢幕規格	螢幕尺寸	4 吋
		螢幕解析度	480 x 854 pixel
		螢幕色彩	65536 色
	執行速度	處理器	1GHz
		內建記憶體	1G
	基本功能	應用程式	世界時鐘、行事曆、計算機、鬧鈴、FM 收音機、日曆、計時器、記事本、語音備忘錄、錄音、雙語辭典
		影音多媒體	鈴聲格式：MP3、MIDI 影片支援格式：MP4
		電源管理	通話時間：600 分鐘 待機時間：425 小時
		網路(上網方式)	3.5G / HSDPA, 3G / WCDMA, EDGE, GPRS, Wi-Fi / WLAN
		作業系統	Android 1.6
	進階功能	GPS 導航	有
		數位相機	810 萬畫素、自動對焦、有閃光燈
		JAVA	有
	可擴充性	記憶體插槽	microSDHC
	傳輸介面	USB	有
		紅外線	無
		藍芽	有

5 Motorola XT701



請根據右方欄位內因素進行您心中的滿意度評分(填寫在左方第一欄)

語意	尺度
非常不滿意	1
不滿意	2
普通	3
滿意	4
非常滿意	5

評分	第一層	第二層	第三層
	操作介面	觸控螢幕	有
		按鍵輸入方式	手寫輸入、注音、拼音、倉頡、筆畫
	外觀造型	機身設計	直立
		機身重量	169 g
		機身尺寸	115.8 x 60 x 13.7 mm
		機身顏色	黑
	螢幕規格	螢幕尺寸	3.7 吋
		螢幕解析度	480 x 854 pixel
		螢幕色彩	1670 萬色
	執行速度	處理器	550 mHz
		內建記憶體	512MB
	基本功能	應用程式	日曆、世界時鐘、計算機、記事本、語音備忘錄、鬧鈴、錄音、通話錄音、FM 收音機、來電警衛
		影音多媒體	鈴聲格式：AAC, AAC+, eAAC, eAAC+, MP3, OGG 影片支援格式：MPEG-4, H.263, H.264
		電源管理	通話時間：385 分鐘 待機時間：270 小時
		網路(上網方式)	3.5G / HSDPA, EDGE, GPRS, Wi-Fi / WLAN
		作業系統	Android 2.0
	進階功能	GPS 導航	有
		數位相機	500 萬畫素、自動對焦、有閃光燈
		JAVA	有
	可擴充性	記憶體插槽	microSDHC
	傳輸介面	USB	有
		紅外線	無
		藍芽	有

~本問卷到此結束，再次感謝您的幫助。~