

結合模糊層級分析法與類似度理想解順序偏好法於中古車 選購排序之模式

余豐榮^{1*} 魏宜如²

¹大葉大學工業工程與管理學系

51591 彰化縣大村鄉學府路 168 號

²台中市太平區東平國小

41167 臺中市太平區中興東路 213 號

*fischer@mail.dyu.edu.tw

摘要

國內中古車的交易量約為新車的 2 倍以上，因此新車品牌車廠及汽車集團相繼投入中古車市場。選購中古車時，排氣量、使用年數、價格、廠牌和油耗等為購買者的主要評估準則，本文以兼顧主觀、模糊不確定的模糊層級分析法 (FAHP)，計算評估準則之相對權重值；針對購買中古車之屬性值，以類似度求理想解之順序偏好法 (TOPSIS)，結合評估準則之權重值後，排列出符合購買者需求之候選中古車的相對優先順序。中古車商可透過此評估模式更精準的給予購買者最佳建議，進而提升成交機率及消費者滿意度，並為中古車商帶來更多的收益。

關鍵詞：中古車選購，模糊層級分析法，類似度求理想解之順序偏好法

Ranking Model for Used Car Selection Employing a Fuzzy Analytic Hierarchy Process and the Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution

FONG-JUNG YU^{1*} and YI-JU WEI²

¹*Department of Industrial Engineering and Management, Da-Yeh University*

No.168, University Rd., Dacun, Changhua 51591, Taiwan, R.O.C.

²*Dong Ping Primary School, Tai Ping district, Taichung*

No. 213, Chungshing E. Road, Tai Ping district 41167, Taichung, Taiwan, R.O.C.

*fischer@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

The sales volume of used cars is twice as high as that of new cars. Automobile manufacturers and auto dealers are part of the used car market. When purchasing used cars, buyers are commonly concerned about engine displacement, years used, price, brand, and fuel consumption. The aim of this study was to help buyers calculate relative weights of criteria through a fuzzy analytic hierarchy

process, which is based on subjective, fuzzy, and uncertain characteristics. For determining elements of used cars that match buyers' basic needs, the technique for order preference by similarity to ideal solution was adopted along with the relative weights of decision-making criteria, which can be applied to indicate the relative ranking of used cars. Used car dealers can improve service quality through this evaluation model, and more precisely, provide suggestions for buyers, thereby enhancing customer satisfaction, promoting sales, and engendering more profit.

Key Words: Selection of used cars, FAHP, TOPSIS

一、前言

台灣近年來經濟發展快速，交通建設廣布，使得人民生活型態丕變，在國民所得逐年增加的情形下，有能力、有意願購買汽車的人愈來愈多，對汽車的消費概念也由奢侈品轉為生活消耗品。然而，汽車的價格常因品牌、排氣量、配備、功能等因素的不同，導致價格的差異。購買一輛新車，少則需要幾十萬元，多則需要數百萬元，價格相差甚為懸殊。因此，對於經濟不夠充裕，家庭消費增加，汽車需求甚殷的人而言，為求支出平衡，其購車的另一種選擇，就是退而求其次，購買中古汽車。

據統計資料顯示，2012 年臺閩地區汽車新增掛牌的車輛數為 365,871 輛，中古車過戶數為 801,366 輛，中古車交易為新車的 2.19 倍 [8]，由此可知，選擇中古車的消費者甚多。而在購買中古車時，如何選購適合自己需求的中古車，一直是個難題。蓋因現今購買管道甚多，例如親朋好友介紹或轉賣、當舖、拍賣場、網路、實體中古車行等，來源良莠不齊，導致購買糾紛不斷，致使消費者對購買中古車有所疑慮。所以，近年來許多新車品牌車廠及汽車集團相繼投入中古車市場，強調重視車輛來源及車況，提供認證與保固，公開車輛資訊，以吸引消費者安心購買 [30]。

中古車之車況、價格、廠牌、排氣量等因素都可能影響消費者購買的意願，因此必須多面向去評估最適合的中古車以符合消費者的需求。以往，行銷業者多依客戶個人購置的判定準則，推薦適合的物件給顧客選擇；或由客戶先行看中物件，業者再提供購買考量的相關資料供其參考。但此種方法，不僅花費時間較多，且較難精準提供客戶最佳化選擇物件。有鑑於此，本研究嘗試建立一套中古車選購模式，以便中古車商協助客戶在最精簡的時間內選擇最適合的物件，藉以提升服務品質。

本研究使用類似度求理想解之順序偏好法 (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution, TOPSIS) 結合模糊層級分析法 (Fuzzy Analytic Hierarchy Process,

FAHP) 做為研究工具。前者，能將選購中古車不同性質的衡量因素的相對值得以相互比較；後者，能精確了解客戶對各衡量因素的重視度。

本研究的主要步驟為：首先從文獻探討中，歸納出中古車選購的主要影響因素，並訪問中古車商，予以驗證。接著利用 FAHP 訂出中古車選購評估準則之權重，再以 TOPSIS 做為工具，依顧客個別需求量化各評估準則，最後加總成單一決策指標，建立一套中古車的評估選購模式，供中古車商依顧客的個別需求列出最適合的選擇建議。如此，不僅可節省消費者的抉擇時間，增加其滿意度，也可提高成交機率，為中古車商帶來更多的收益。唯因限於人力、物力、時間等因素，本研究的範圍定位在由企業經營的中古車商聯盟，在車況的保證與保固之前提下，顧客只由主要評估準則評估選擇車輛，且以範例說明此模式的運用，並做結論與建議。

二、文獻探討

(一) 中古車買賣

新車經領取行車執照、掛上車牌，且已上路行駛並且累積了一定的里程數，即成中古車 [21]。中古車的優點是價格較低廉，可以低價享受舒適與虛榮 [28]，萬一購入的中古車受損，不至於太心疼 [20]，且在受限的預算下可因應出廠年數、排氣量、進口或國產等不同條件有較多的選擇，保險費也較便宜 [40]。

中古車商聯盟是由大型企業嚴選信用等級佳、無不良紀錄的優質中古車商、汽車保修廠加盟，訂定嚴格的加盟條約，並提供管理軟硬體、教育訓練、技術支援與營運顧問等服務，以期讓顧客享有最完善的售前及售後服務。如匯豐汽車成立的 SUM 優質車商聯盟、裕隆集團的 SAVE 認證車聯盟、和運租賃的 HOT 好車大聯盟、順益汽車的 CAR OK 順心優質車商聯盟等 [21]。聯盟強調誠信理念，建立品牌形象，其銷售通路及保養修理據點多，採多品牌銷售，除了提供認證的車況透明報告，並保證無泡水、無重大事故、無車

身引擎號碼非法變造，甚至售後車輛也有多項保固，後續也有保養維修、免費道路救援等服務 [2, 3]。

(二) 中古車購買之評估準則

林聰琳[15]分析其收集的資料後，將汽車屬性分為一般性能、耗油量、零件供應、安全狀況、廠牌、價格、車型、售後服務、座位設計、轉售價格、付款方式。鄭英傑 [37]研究國產車決定性屬性及消費者特性中發現，消費者購車選擇的決定屬性是：車型款式、耗油量、品質、價格水準。楊世瑩 [34]分析小轎車潛在消費者對 19 項汽車屬性的注重程度，並將其歸納為 4 項因素：維持汽車經濟的使用之因素、車型外觀因素、引擎系統因素、廠牌因素。彭遠雄 [28]於書中提及，選購中古車時最重要的就是對車種的選擇。要注意車體大小需符合使用者的目的，要注意排氣量，也要能符合使用目的與行駛條件，另外像是燃料消耗的優劣等有關的汽車性能，及包含每年稅捐在內的汽車維持費用，經濟狀況都要加以考慮。王松洲 [7]探討不同的消費者生活型態群對汽車產品屬性之偏好，經整體輪廓法和直交排列法分析得出消費者心目中理想的汽車產品屬性組合為價格、車型、耗油量及傳動方式。林憶萍 [14]針對女性消費者透過因素分析，將汽車屬性分為經濟因素（購車價格、折舊率、中古車市場狀況、保養費用、付款方式、車輛課稅、保險費率、耗油量）、操控因素（馬力、扭力、速度、操控性能、舒適性程度、寧靜度、自動排檔）、美觀心理因素（車身外型及顏色、品牌、內部裝潢、舒適配備）、性能因素（車身安全結構、性能配備、耐用程度寧靜）、服務因素（售後服務、零件供應、車輛保證）。韓淑真 [40]於書中建議購買中古車要從價格、排檔方式、車子出廠年數、排氣量、廠牌、車款型號、內裝配備中做選擇。張正杰 [19]針對中國廣州市消費者進行抽樣實證調查，歸納出消費者重視的汽車屬性分別為結構安全、售後服務、乘坐舒適、操作方便、購買價格、外型、耗油量、維修費用、生產廠家、配備好壞、規費問題、品牌形象、使用年限、馬力速度、顏色、車身大小、排氣量、付款方式、再售價值。畢威寧 [18]歸納出中古車最常被顧客考量的評估因子為出廠年數、售價、耗油量、排氣量、行駛里程。簡子皓 [41]利用問卷調查方式探討汽車市場消費行為的影響因素，歸納如下：(1) 就消費行為來看，大部分人會以經濟狀況作考量，並依個人對車輛品牌的喜好程度而購買，且購買汽車前會比較同級車種的性能及價格差異；(2) 就汽車產品屬性部分，省油、價格、操控性能、品牌形象、

安全配備及汽車空間能否有效利用，是大家所看重的；(3) 就汽車售後服務方面，汽車維修費用、銷售人員服務態度及汽車維修人員態度是多數人所重視的。蔣哲宇 [36]對中古車購買的研究共有四點結論：(1) 女性、30 歲以下、未婚與月收入越低的消費者，偏好小排氣量中古車；(2) 年齡越大的消費者對中古車的看法較為保守；(3) 年輕消費者喜歡 BMW 小排氣量中古車；(4) 學歷越高的消費者對品牌形象非常依賴。

研究者實際訪談具十六年販售中古車車商，歸納出消費者購買中古車的考量因素與新車並無太大的差別，其中安全、舒適、空間大小、性能、廠牌等因素，已於心中先有定見。而在購車現場實際選擇時，通常考慮的是車子的排氣量、廠牌、價位、出廠年數和油耗因素。

綜合以上文獻及專家訪談，歸納出五個中古車購買的重要評估要項，分別是排氣量、出廠年數、價格、廠牌和油耗，本研究將以此作為評估準則，進行研究。

(三) 評估準則析論

1. 排氣量

排氣量指的是汽缸內的活塞往復作動，從上死點抵達下死點之間排出汽缸外的氣體量，車輛的理論排氣量可以依缸徑、衝程及汽缸數計算得到 [1]，通常以 c.c.或公升為單位，跟汽車的價位、性能、耗油量有很大的關聯 [40]，且自用小客車的排氣量愈大，牌照稅及燃料稅也隨之增多[4]。

2. 出廠年數

國產車和進口車只要出廠，不分年頭年尾，都已屬當年份的車種 [10]。出廠年數是決定中古車身價的重要因素，因車子屬消耗品，有一定的使用年限，車齡愈高，剩餘價值愈低，車價也愈便宜 [40]。中古車是以證件上車輛的出廠年、月作為估價、買賣的基礎。新車一般第一到第三年的折價比例最高，也較划算的，如購買五、六年以內的中古車，還可以再開個幾年，但太過老舊的中古車，雖然便宜，卻比較容易故障，零件的更換及維修費用相對較高 [25]。

3. 價格

中古車不像新車因應不同規格有統一的建議售價，即使是同時間生產的車，也會因駕駛的使用方式及目的之不同，有不同的車況，而車況直接影響到的，是中古車真正的價格 [25]。中古車市場行情價最大決定因素為：新車售價、出廠年數、已行駛里程、車況、車型暢銷與否 [38]。依出廠年數換算，中古車市場行情淨值如表 1 所示：

4. 廠牌

汽車依國家地理、人文環境的差異，其特性及設計理念各有不同，也各有優缺點，沒有絕對的好或不好 [40]。當消費者購買汽車時，其認知價值往往受到來源國、品牌、價格與服務的顯著影響，其中以品牌的影響最大、來源國次之，價格的影響最小 [42]。許多消費者購買車輛時，同時受到馬力性能、安全配備、保固年限、操控性能等因素影響，品牌與價格經常是這些因素的具體表現；品牌也已成個人腦海中的一種意義複雜的符號，它往往聯結著此車輛的品質，即所謂車輛的品牌品質 [41]。

5. 油耗

一般所指的油耗值，是指汽車使用每公升汽（柴）油可行駛的公里數。經濟部能源局公佈的油耗值是由 55% 市區油耗量和 45% 高速公路油耗量，以調和平均數算出平均油耗值。而此油耗值是在控制條件的實驗室中，不受外界天候和路況影響，並且依規定的行車型態，在車上空調不作用的情形下，在車體動力計上由專業人員行駛測得，故各車型油耗測驗值相對而言較為客觀。不過一般民眾在道路上開車，會受到天候、路況、怠速時間、空調使用、不同駕駛行為及使用習慣等因素影響，實際油耗值一般低於油耗測試值 [32]。

研究發現汽油價格上漲時，汽車的銷售量會受其影響而下降，顯示國人對汽油價格的變化具有一定的敏感度 [16]。在這高油價時代，汽車油耗成了車輛選購的其中一個重要的考量，而為了因應趨勢，各大車廠紛紛致力於開發低油耗車輛，也在廣告中直接標出車輛的油耗情形，以吸引顧客購買 [5]。

（四）模糊層級分析法

1. 層級分析法（Analytic Hierarchy Process, AHP）

AHP 是 Saaty [48] 提出來的一套決策系統，適用於情況不確定，以及具有多個評估準則的決策問題上，逐一簡化複雜的問題。其藉由問卷擷取多數專家的意見，經由成對比較以計算各準則之相對權重值，最後綜合結果並進行一致性檢定，確認其客觀性。

AHP 具數量化的理論基礎，操作容易、評比簡單且具實用性，可應用於經濟、社會以及管理科學等領域，有系統的處理複雜的決策問題。但 AHP 的準則評價值只有一點，如評價介於兩個評估尺度之間時，就無法解決具模糊性的問

表 1. 中古車市場行情淨值

項目	第一年	第二年	第三年	第四年	第五年
國產車	70%	60%	50%	40%	30%
熱門國產車	75~80%	65~70%	55~60%	45~50%	35~40%
進口車	60%	50%	40%	30%	20%
冷門進口車	50%	40%	30%	20%	10%

資料來源：鄭智峯 [38]

題，且成對比較值以明確值表示，不符合人為判斷的主觀、不確定及模糊的特性，如要解決這些缺點需再結合其他理論來克服缺點 [22]。

2. 模糊層級分析法

人類在認知、思想和行為等面向常存在著模糊不確定的特質，為了改善傳統 AHP 中各成對比較矩陣主觀、不精確、模糊等問題，Van Laarhoven 與 Pedrcz [49] 應用模糊集合理論以及模糊計算，並將三角模糊數帶入成對比較矩陣中，將 AHP 發展成模糊層級分析法（FAHP）。

同樣為了解決主觀、模糊等問題，Buckley [43] 將 AHP 擴充到模糊環境中，強調語意描述的模糊性，以三角模糊數表示評估因子間的評比值，再將成對比較值模糊化，以順序尺度取代數字比率，來表示兩兩要素間的相對重要程度，接著利用梯形模糊數轉換成模糊正倒值矩陣，最後以幾何平均法求模糊權重。

針對傳統 AHP 只能應用在確定情形下的決策問題，以及衡量尺度太主觀等問題，Mon et al. [47] 提出利用對稱三角模糊數進行成對比較，及以熵值權重法（Entropy Weight Method）為基礎的 FAHP 決策模式。Csutora and Buckley [44] 運用 Saaty 的 AHP 直接模糊化 Lambda-Max 法，以求得 FAHP 的模糊權重值，此方法可處理任何形式模糊數成對比較的問題，計算方法也容易許多。

FAHP 在實務上頗具使用價值，近年來被廣泛運用於不同領域的決策分析上，如：建立我國軌道行車保安委員會組織之研究 [33]、金融預警系統建立之研究 [9]、建構漁港多功能發展之評估準則模式 [27]、以平衡計分卡觀點探討休閒渡假旅館績效指標 [13]、安寧團隊壓力源之探討 [23]、數位出版從業人員專業能力之研究 [35]、企業導入雲端服務專案之風險評估 [6]、建構停電審修排程系統以提昇供電品質之研究 [29]。

（五）類似度求理想解之順序偏好法

TOPSIS 是一種多準則評估方法，目的在對不同的方案

進行排序，進而導出這些方案的順序。此法是由Hwang與Yoon [45]所發展出來的概念，接著Yoon [50]及Hwang等[46]更進一步的發展，理論才趨成熟。

TOPSIS的基本概念在於先界定正理想解（Ideal Solution）與負理想解（Negative Ideal Solution）。所謂理想解是各替選方案效益面準則值最大，成本面準則值最小者；相反的，負理想解是各替選方案效益面準則值最小，成本面準則值最大者。在選擇方案時，則以距離理想解最近，而距離負理想解最遠的方案為最佳方案。

TOPSIS以歐基理德距離（Euclidean distance）建立各方案與理想解的距離，並以相對接近度作為各方案優劣之排序。其結果穩定性高，較不受權重分配所影響，並可避免出現一方案為同時距離正理想解和負理想解最近，或同時距離理想解和負理想解最遠，形成不知如何評選的困擾 [22]。

TOPSIS曾運用於臺灣地區銀行經營績效評估之研究 [11]、建構決策支援系統評選之研究 [12]，也曾結合FAHP應用於桃園國際機場聯外捷運系統最適營運機構之研究 [26]、結合AHP應用於澎湖博奕特區設置地點的潛力分析 [31]、結合AHP應用於臺灣職棒球隊投手任務分配模式之建構 [24]。

綜合上述，本研究將結合 FAHP 與 TOPSIS 對於符合購買者需求之潛在中古車進行排序，以建立較客觀之中古車評估選購模式。

三、研究方法

基於過去的研究與專家訪問，排氣量、出廠年數、價格、廠牌和油耗為中古車購買評估與選擇最重要之五種評估準則。因而本研究將先以 FAHP 將中古車評估準則之相對權重求出，再透過 TOPSIS 之計算，得出對理想解之相對接近度。其中，距正理想解最近，距負理想解最遠的候選中古車為最佳選擇，並將中古車間相對優劣加以排序，以建立中古車購買評估與選擇模式。

（一）FAHP 進行步驟

1. 建立三角模糊數

模糊數為一實數中之一模糊子集，其隸屬函數具區段連續、凸模糊集合及正規化模糊子集之特性。常用的模糊數有三角形模糊數、梯形模糊數、常態模糊數等，本研究採用三角模糊數進行運算 [49]。若模糊集合 $\tilde{A} = (l, m, u)$ ，其隸屬函數為：

表 2. 三角模糊語意表

模糊尺度	語意變數	三角模糊數
$\tilde{1}$ 或 $(\tilde{1} : \tilde{1})$	一樣重要	(1,1,1)
$\tilde{2}$ 或 $(\tilde{2} : \tilde{1})$	介於一樣重要與稍微重要之間	(1,2,3)
$\tilde{3}$ 或 $(\tilde{3} : \tilde{1})$	稍微重要	(2,3,4)
$\tilde{4}$ 或 $(\tilde{4} : \tilde{1})$	介於稍微重要與頗為重要之間	(3,4,5)
$\tilde{5}$ 或 $(\tilde{5} : \tilde{1})$	頗為重要	(4,5,6)
$\tilde{6}$ 或 $(\tilde{6} : \tilde{1})$	介於頗為重要與相當重要之間	(5,6,7)
$\tilde{7}$ 或 $(\tilde{7} : \tilde{1})$	相當重要	(6,7,8)
$\tilde{8}$ 或 $(\tilde{8} : \tilde{1})$	介於一樣重要與絕對重要之間	(7,8,9)
$\tilde{9}$ 或 $(\tilde{9} : \tilde{1})$	絕對重要	(8,9,10)

資料來源：Buckley [43]

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{x-l}{m-l}, & l \leq x \leq m \\ 1, & x = m \\ \frac{x-u}{m-u}, & m \leq x \leq u \\ 0, & x \leq l \text{ 或 } x \geq u \end{cases} \quad (1)$$

2. 語意變數尺度轉換

評估準則間之相對重要性為主觀判斷，具有模糊性，不適合以數值型態來表達。透過語意變數可把自然語言的敘述改成邏輯敘述，且不以數值，而是以自然語言中的字或句子為值，來傳達對事物的感知程度，經選擇合適的語意，再透過預定的各種語意尺度模糊數，推算其實際值[22]。語意變數尺度轉換如表 2 所示：

3. FAHP 問卷設計

本研究以 FAHP 問卷探討中古車購買之五項評估準則（排氣量、出廠年數、價格、廠牌和油耗）間的重要度，及各汽車廠牌間之相對購買意願。問卷表格設計採九點量表之比較型態，依次進行準則間兩兩成對比較。表格兩端為評估準則，評估尺度正中央 $\tilde{1}$ 為一樣重要，或一樣多的購買意願，兩旁分置 $\tilde{2} \sim \tilde{9}$ 的評估尺度。本研究將依所獲得的資料建立模糊成對比較矩陣，透過運算，最後得到各評估準則及各廠牌購買意願之相對權重值。

4. 建立模糊成對比較矩陣

Van Laarhoven and Pedrcz [49]將三角模糊數代入 Saaty [48]傳統層級分析法之成對比較矩陣 $A = [a_{ij}]$ 中，成為模糊成對比較矩陣 $\tilde{A} = [\tilde{a}_{ij}]$ ，以解決準則評估、衡量過程中之模糊性，其中成對比較矩陣 A 左下三角部分的數值為右上相對位置數值的倒數，主對角線為自身相互比較，值恆為 1。本研究將以問卷調查結果，建立成對比較矩陣及模糊成

對比較矩陣（模糊正倒置矩陣）。

$$A = [a_{ij}] = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{n1} & 1/a_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$\tilde{A} = [\tilde{a}_{ij}]$$

$$\tilde{a}_{ij} = \begin{cases} (1, 1, 1) & \text{if } i = j \\ (a_{ijL}, a_{ijM}, a_{ijU}) & \text{if } j > i \\ \left(\frac{1}{a_{ijU}}, \frac{1}{a_{ijM}}, \frac{1}{a_{ijL}} \right) & \text{if } j < i \end{cases} \quad (3)$$

L ：三角模糊數之最小值

M ：三角模糊數之平均值

U ：三角模糊數之最大值

5. 計算相對權重值

本研究依 Buckley [43]提出之列向量幾何平均值正規化，對模糊成對比較矩陣進行權重計算，其計算公式如下：

$$\tilde{Z}_i = \sqrt[n]{(\tilde{a}_{i1} \otimes \tilde{a}_{i2} \otimes \dots \otimes \tilde{a}_{in})}, \forall i = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

$$\tilde{W}_i = \tilde{Z}_i \oslash (\tilde{Z}_1 \oplus \tilde{Z}_2 \oplus \dots \oplus \tilde{Z}_n) \quad (5)$$

其中， \tilde{a}_{ij} ：模糊成對比較矩陣（ \tilde{A} ）中第*i*列第*j*行之三角模糊數

\tilde{Z}_i ：三角模糊數之列向量幾何平均值

\tilde{W}_i ：模糊特徵向量， \tilde{A} 中第*i*項因素之模糊權重

6. 解模糊化（Defuzzification, DF）

常見的解模糊化方法有重心法、 α -截集法、最大平均法、中心平均解模糊化法等，本研究採用最為簡單且務實的重心法（Center of Gravity Method），來計算模糊數隸屬函數之幾何中心（重心），求出的重心即是模糊數的明確值。假設三角模糊數 $\tilde{A} = (L_i, M_i, U_i)$ ，解模糊數（DF）公式如下：

$$DF_i = \frac{(M_i - L_i) + (U_i - L_i)}{3} + L_i \approx \frac{L_i + M_i + U_i}{3} \quad \forall i \quad (6)$$

其中 DF_i 為解模糊化後的明確值。

7. 正規化

為比較各評估準則之重要性，需將解模糊之權重值進行正規化，以求得相對權重值，正規化權重值的計算公式如下：

$$W_i = \frac{DF_i}{\sum_{i=1}^n DF_i} \quad (7)$$

8. 計算最大特徵值 λ_{max}

首先將成對比較矩陣 A 乘以所求得之特徵向量 W_i ，可得到一個新向量 W_i' ，再計算兩者之間之平均倍數即得，即

$$\begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \ddots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{n1} & \cdot & \cdot & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ W_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} W_1' \\ W_2' \\ \cdot \\ \cdot \\ W_n' \end{bmatrix} \quad (8)$$

$$\lambda_{max} = (1/n) * (W_1'/W_1 + W_2'/W_2 + \dots + W_n'/W_n) \quad (9)$$

9. 一致性檢定

為了確認決策者在進行各評估準則之比較時，前後判斷是否一致，需要進行一致性檢定。首先計算一致性指標（Consistency Index, C.I.），以檢定決策者的前後比較判斷一致或矛盾，得以及時修正，避免不良決策。當 $C.I.=0$ ，表示前後判斷具一致性； $C.I.>0$ ，表示前後判斷有誤差不連貫； $C.I.<0$ ，表示前後判斷是不太一致，但仍在可接受範圍內。Saaty 建議當 $C.I. \leq 0.1$ 時，為最佳可接受之誤差。

當比較要素變多時，成對矩陣階數也會增加，要維持一致性判斷更為困難，於是 Saaty [48]提出隨機指標（Random Index, R.I.）如表 3，以調整不同階數下產生的不同之 C.I. 值，進而得到一致性比率（Consistency Ratio, C.R.），C.I.、C.R.計算如公式（10）及（11）所示， $C.R. \leq 0.1$ 表示符合一致性水準：

表 3. 隨機指標表

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	000	000	058	090	112	124	132	141	145
n	10	11	12	13	14	15			
RI	149	151	148	156	157	159			

資料來源：Saaty [48]

$$C.I. = (\lambda_{max} - n) / (n - 1) \quad (10)$$

$$C.R. = C.I. / R.I. \quad (11)$$

其中 n 為準則個數， λ_{max} 為最大特徵值

(二) TOPSIS 進行步驟 [22]

1. 將決策因子轉換成矩陣 D

假設有 m 個遴選方案， n 個評估準則。

$$D = [x_{ij}]_{m \times n} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (12)$$

其中 x_{ij} 表示第 i 個方案第 j 個準則得分值。

2. 原始矩陣 D 正規化

將原始矩陣 D 正規化，使數據轉成 0-1 之間，其公式及正規化決策矩陣 R 如下：

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad i, j=1,2,\dots,n \quad (13)$$

$$R = [r_{ij}]_{m \times n} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (14)$$

3. 結合 FAHP 建立加權決策矩陣 V

$$V_{ij} = w_j \times r_{ij} \quad (15)$$

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

w_j ：(權重值) 由 FAHP 計算求得

4. 求出理想解 A^+ 與負理想解 A^-

購車準則之最佳目標值除了望大特性、望小特性，亦有望日特性，其計算公式如下所示 [17]：

(1) 正理想解

依效益或成本法則，正理想解為最大值或最小值。

$$A^+ = \left\{ \left(\max_i v_{ij} / j \in J \right), \left(\min_i v_{ij} / j \in J' \right) / i = 1, 2, \dots, m \right\} \\ = (v_1^+, v_2^+, \dots, v_j^+, \dots, v_n^+) \quad (16)$$

(2) 負理想解

依效益或成本法則，正理想解為最小值或最大值。

$$A^- = \left\{ \left(\min_i v_{ij} / j \in J \right), \left(\max_i v_{ij} / j \in J' \right) / i = 1, 2, \dots, m \right\} \\ = (v_1^-, v_2^-, \dots, v_j^-, \dots, v_n^-) \quad (17)$$

5. 計算各遴選方案與理想解及負理想解之分離測度

(1) 運用歐式距離計算理想解之分離測度

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (18)$$

(2) 運用歐式距離計算負理想解之分離測度

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (19)$$

6. 計算對理想解之相對接近度

$$C_i = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \quad (20)$$

其中 $0 < C_i^+ < 1$ ，當 C_i^+ 值愈接近 1，則該方案與理想解愈接近。

7. 按照 C_i^+ 之大小排序，選出最佳者

將各選選方案之相對接近度 C_i^+ 值按大小排列，以呈現相對優先順序，其值愈大者，距負理想解愈遠，對該方案的偏好程度則愈高。在現有評估準則下， C_i^+ 值最大之方案為最佳方案。

四、實例應用與分析

以下用案例說明模式之應用，並對結果加以分析。假設有位女性購買者擬購置中古車，車商先請購買者提出購車條件，並進行 FAHP 評估準則相對重要度問卷，以及 FAHP 廠牌相對購買意願問卷。接著該中古車商初步篩選出十輛符合條件之車輛，並將這十輛車的準則數據代入 FAHP 與 TOPSIS 計算，得出優先順序，以供購買者參考選購。

(一) 購買條件之設定

在排氣量方面，本案例購買者之排氣量限定範圍為 1400c.c. 至 2400 c.c.，其中最屬意的是 1800c.c.，排氣量較大或較小時，喜好程度隨之遞減，因而為望目特性；在出廠年數方面，購買者限定出廠為第三到第八年之間，為成本及車體耗損考量，第五年為首要選擇，出廠年數較大或較小時，喜好程度隨之遞減，因而為望目特性；在價格考量方面，目標車價在三十萬到四十萬之間，預設折舊率與開價折舊率之差值是愈小愈好，屬望小特性；在廠牌方面，預設從 FORD、

TOYOTA、NISSAN、SUZUKI 四個廠牌中，選購合適其需求之車輛；在油耗方面，油耗值最少要高於 11Km/L，為望大特性。

(二) 購買準則之權重

購買者對各準則之重視程度並不相等，依其相互比較值轉為 FAHP 模糊成對比較矩陣如表 4 所示：

上述矩陣經由式 (4) 和式 (5) 計算可得評估準則之相對模糊權重值，再經式 (6) 解模糊化，最後由式 (7) 正規化以得到評估準則之相對權重值，計算數值如表 5，由表 5 可知五項評估準則在本購買者之偏好程度由大到小為油耗、排氣量、出廠年數、廠牌、價格。由式 (8) 與式 (9)，可計算出最大特徵值 $\lambda_{max} = 5.3045$ ，再依式 (10) 與式 (11)，得出一致性比率 $C.R. = 0.0679$ ，其值小於 0.1，表示前後判斷符合一致性。

(三) 廠牌購買意願之權重

在不同廠牌，該購買者之 FAHP 問卷建立之模糊成對比較矩陣如表 6 所示，同理計算得權重值如表 7 所示，且一致性比率 $C.R. = 0.0804$ ，符合一致性需求。

(四) 預設折舊率

購買者就各廠牌及不同出廠年數中古車，自設可接受之折舊率如表 8 所示。

表 4. 評估準則之模糊成對比較矩陣

準則	排氣量	出廠年數	價格	廠牌	油耗
排氣量	(1,1,1)	(2,3,4)	(4,5,6)	(2,3,4)	(1,1,1)
出廠年數	(1/4, 1/3, 1/2)	(1,1,1)	(1,1,1)	(2,3,4)	(1/6, 1/5, 1/4)
價格	(1/6, 1/5, 1/4)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1/3, 1/2, 1)	(1/6, 1/5, 1/4)
廠牌	(1/4, 1/3, 1/2)	(1/4, 1/3, 1/2)	(1,2,3)	(1,1,1)	(1/8, 1/7, 1/6)
油耗	(1,1,1)	(4,5,6)	(4,5,6)	(6,7,8)	(1,1,1)

表 5. 評估準則之權重值

評估準則	排氣量	出廠年數	價格	廠牌	油耗
權重值(W)	0.3202	0.1107	0.0717	0.0782	0.4193

表 7. 廠牌購買意願之權重值

廠牌	FORD	TOYOTA	NISSAN	SUZUKI
權重值(W)	0.5569	0.2720	0.1337	0.0373

表 6. 廠牌購買意願之模糊成對比較矩陣

廠牌	FORD	TOYOTA	NISSAN	SUZUKI
FORD	(1,1,1)	(2,3,4)	(4,5,6)	(8,9,10)
TOYOTA	(1/4,1/3,1/2)	(1,1,1)	(2,3,4)	(6,7,8)
NISSAN	(1/6,1/5,1/4)	(1/4,1/3,1/2)	(1,1,1)	(5,6,7)
SUZUKI	(1/10,1/9,1/8)	(1/8,1/7,1/6)	(1/7,1/6,1/5)	(1,1,1)

表 8. 購買者之預設折舊率

廠牌 出廠年數	FORD	TOYOTA	NISSAN	SUZUKI
3 年	38%	30%	40%	43%
4 年	47%	40%	50%	52%
5 年	55%	50%	59%	59%
6 年	58%	52%	61%	62%
7 年	61%	55%	63%	65%
8 年	64%	57%	65%	68%

(五) 篩選資料

依購買者提出之購車條件，篩選出十輛，其排氣量、出廠年數、折舊率差值、油耗量等彙整如表 9 所示。

(六) TOPSIS 排序

根據表 7 之廠牌權重值及表 9 之各評估準則數據，經由式 (12) 及式 (13) 轉換成正規化決策矩陣 (R)，將表 5 評估準則之權重值與正規化數值代入式 (15)，建立加權決策矩陣 (V)，其結果如表 10 所示。

本研究有望大、望小、望目三種品質特性，分別運用式 (16) 從表 10 中決定理想解 (A^+)，再運用式 (17) 決定負理想解 (A^-)，最後藉由式 (18) 與式 (19) 之歐式距離計算理想解之分離測度 (S_i^+) 與負理想解之分離測度 (S_i^-)，再經由式 (20) 計算各中古車對理想解之相對接近度 (C_i^+)，其中 $0 < C_i^+ < 1$ ，當 C_i^+ 值愈接近 1，則該中古車與理想解愈接近。最後將 C_i^+ 值進行排序，得到中古車間之優劣排序，以此為中古車選購之建議順位，結果如表 11 所示。

本研究先以 FAHP 計算出五個評估準則之權重值，並量化廠牌購買意願，再利用 TOPSIS 針對十輛中古車進行選購順位排序，其結果如表 11。由表可知，中古車選購建議順位前四名分別為車輛 D、車輛 A、車輛 F 及車輛 I。

(七) 模式差異與效益比較

以往，也有學者針對中古車的銷售進行相關研究。為顯現本研究的結果與其差異性和效益性，茲舉數例比較分析，以見梗概。畢威寧 [18] 應用田口損失函數與層級分析法建立中古車仲介服務之模式，但僅以損失值的計算做為選擇依據，且權重也只以各因子相對重要度的倍數計算，未能考慮人類感覺和語言存在模糊的事實。本研究就這些物件的各項評估因素，以離最佳理想最近及最差理想值最遠的相對性值相互比較；而權重的計算則加入的模糊理論，更符應人類感覺和語言存在模糊的事實。故以研究方法而論，本研究較前者更為周延。

又如謝孟樺 [39] 針對女性消費者進行網路行銷中古車之研究，透過文獻蒐集和發放問卷的方式找出會在網路購買中古車之女性消費者之特性與購買中古車時考慮之重要因素，此乃女性消費者特性和購買考量因素的研究，普及性較為不足，且未提供這些考量因素如何客觀地應用於實務中的具體方法。較之前者，本研究可做為其延伸的應用，使其更深入、更普及，也更具實用性和效益性。

再就市場現行作法而言，多憑業者詢問顧客需求後，依其個人認知，就現有的適合物件推薦給顧客，較缺乏科學的方法協助其做更明確、更有效的判斷。本研究旨在建立一量化評估模式，可由仲介業者以較為科學、系統的方法，提供潛在顧客在符合其基本需求的物件經相互評比後，排列出顧客喜好的優先順序，以提升購買和服務的效益。

表 9. 中古車廠牌及相關資料

車輛	廠牌	原新車價 (萬)	中古車價 (萬)	折舊率差值	排氣量 (c.c.)	出廠年數	油耗值 (km/l)
A	FORD	64.9	32.8	8.54%	1798	6	13.0
B	FORD	83.9	40.0	5.68%	2261	6	11.2
C	FORD	70.6	39.8	11.37%	1999	5	11.3
D	TOYOTA	53.5	38.5	11.96%	1497	4	16.5
E	TOYOTA	52.5	34.9	21.48%	1598	7	15.3
F	TOYOTA	64.9	38.9	16.94%	1794	8	15.2
G	NISSAN	53.2	36.3	8.23%	1498	3	15.6
H	NISSAN	70.5	31.8	10.11%	1797	8	15.1
I	NISSAN	58.5	34.5	17.97%	1598	5	16.0
J	SUZUKI	54.8	38.6	29.44%	1490	5	15.4

表 10. 加權決策矩陣

車輛	排氣量	出廠年數	價格	廠牌	油耗
A	0.1041	0.0356	0.0123	0.0396	0.1183
B	0.1309	0.0356	0.0082	0.0396	0.1019
C	0.1157	0.0296	0.0163	0.0396	0.1028
D	0.0866	0.0237	0.0172	0.0193	0.1501
E	0.0925	0.0415	0.0309	0.0193	0.1392
F	0.1038	0.0474	0.0243	0.0193	0.1383
G	0.0867	0.0178	0.0118	0.0095	0.1419
H	0.1040	0.0474	0.0145	0.0095	0.1374
I	0.0925	0.0296	0.0258	0.0095	0.1456
J	0.0862	0.0296	0.0423	0.0027	0.1401

表 11. 中古車選購之建議順位

車輛	S_i^+	S_i^-	C_i^+	排序
A	0.0326	0.0583	0.6409	2
B	0.0555	0.0517	0.4824	9
C	0.0494	0.0509	0.5073	8
D	0.0288	0.0572	0.6648	1
E	0.0363	0.0433	0.5437	7
F	0.0336	0.0473	0.5846	3
G	0.0378	0.0508	0.5733	5
H	0.0378	0.0489	0.5645	6
I	0.0371	0.0508	0.5782	4
J	0.0543	0.0421	0.4369	10

五、結論

本論文結合 FAHP 與 TOPSIS 以建立一套中古車之評估選購模式，旨在改善中古車商服務品質，協助客戶更精準、快速的選購車輛，並以實例驗證此模式之應用。

此模式建立之步驟為首先就排氣量、出廠年數、價格、廠牌及油耗五項評估準則，由購買者利用 FAHP 相互比較，計算相對重要性並得出權重值；再運用 TOPSIS 將各中古車在每個評估準則之屬性值，轉換為同尺度數值，接著結合 FAHP 之權重值，計算出各中古車對理想解之相對接近度，依此排序並選出最佳之中古車。此評估模式在中古車的選購上，能針對個人購車的需求與偏好，在兼顧個別差異下，透過更科學、更客觀的方法，提供購買者參考，以使其做出最佳的選擇。

在消費意識高漲的現代，消費者不只重視物品品質，也越重視服務品質。因此，中古車商透過這套模式，可幫助客戶從初步篩選的車輛中，就其購車條件與個人喜好，運用科學方法來綜合各項評估準則，得出更可靠的結果，給予最佳之建議。如此，不但能讓客戶更精準地選車，同時也節省選擇的時間。而中古車商應用此模式服務客戶，也顯示其經營方式能與時代接軌，可提升其專業形象和交易成交率。

參考文獻

- ARTC 財團法人車輛研究測試中心網站，2010 汽車入門，103 年 4 月 20 日，取自 http://www.artc.org.tw/chinese/03_service/03_02detail.aspx?pid=1644。
- SAVE 認證網，103 年 4 月 20 日，取自 <http://www.isave.com.tw/default.aspx>。
- SUM 賞車網，103 年 4 月 20 日，取自 <http://www.sum.com.tw/index.php>。
- 交通部公路總局網站，103 年 4 月 20 日，取自 <http://www.thb.gov.tw/page?node=f311f876-3953-4055-8568-c63635603bfb>。
- 王水林 (民 102)，車輛駕駛行為與油耗的探討，國立高雄第一科技大學系統資訊與控制研究所碩士論文。
- 王平、柯文長、蕭雅文 (民 102)，企業導入雲端服務專案之風險評估，商管科技季刊，14(2)，143-164。
- 王松洲 (民 78)，汽車消費者生活型態與對產品屬性偏好關係之研究，國立政治大學企業管理研究所碩士論文。
- 台灣區車輛工業同業公會網站，台灣汽車產銷統計表，103 年 4 月 15 日，取自：<http://www.ttvma.org.tw/cht/industrial-survey.php>。
- 李樑堅、張志向、廖敏雯 (民 97)，模糊理論及因素分析法應用於金融預警系統建立之研究，長榮大學學報，12(2)，1-18。
- 邢雲 (民 82)，選購新車指南，石頭出版社，台北市。
- 沈維雄、林建宏 (民 100)，臺灣地區銀行經營績效評估之研究--TOPSIS 方法之應用，會計與財金研究，4(2)，51-61。
- 吳克、方顯光、陳竹萍 (民 102)，運用 TOPSIS 建構決策支援系統評選之研究--以學校午餐採購廠商遴選為例，華人經濟研究，11(2)，27-45。
- 林士彥、鄭健雄 (民 98)，以平衡計分卡觀點探討休閒渡假旅館績效指標--應用模糊層級分析法，品質學報，16(6)，441-459。
- 林憶萍 (民 86)，女性消費者生活型態之區隔對汽車屬性、汽車銷售廣告訴求之偏好研究，國立交通大學管理科學研究所碩士論文。
- 林聰琳 (民 66)，自用轎車購買動機之研究，國立政治大學企業管理研究所碩士論文。
- 柳育林 (民 100)，燃油效率與汽車需求—以國產新車市場為例，國立中央大學產業經濟研究所碩士論文。
- 紀玫羽 (民 100)，模糊 TOPSIS 解決晶圓代工多品質特性製程參數組合問題，逢甲大學工業工程與系統管理學研究所碩士論文。
- 畢威寧 (民 95)，結合田口損失函數與層級分析法應用於中古車仲介服務之研究，技術學刊，21(2)，197-205。
- 張正杰 (民 91)，汽車消費者購買決策行為之實證研究---以中國大陸廣州市為例，國立東華大學大陸研究所碩士論文。
- 張幼石 (民 84)，100 分鐘讓您成為購車行家，台視文化公司，台北市。
- 張啟隆 (民 100)，中古車經營模式與競爭策略之研究，交通大學管理學院工業工程與管理學程碩士論文。
- 張紹勳 (民 101)，模糊多準則評估法及統計，五南圖書出版股份有限公司，台北市。
- 張群昌、黃志強、張秉庠、蔡依蓉 (民 99)，運用模糊層級分析法於安寧團隊壓力源之探討，安寧療護，15(2)，171-186。

24. 陳志成 (民 101), 臺灣職棒球隊投手任務分配模式之建構, 臺灣體育運動管理學報, 12(1), 51-73。
25. 陳明哲 (民 99), 教你選對二手車, 腳丫文化出版事業有限公司, 台北市。
26. 陳淵楠、周永暉、徐淵靜 (民 96), 桃園國際機場聯外捷運系統最適營運機構之研究, 軌道經營與管理, 1, 65-88。
27. 陳璋玲 (民 97), 應用模糊層級分析法建構漁港多功能發展之評估準則模式, 公共事務評論, 9(1), 1-25。
28. 彭遠雄編 (民 76), 如何選購中古車, 正言出版社, 台南市。
29. 黃怡詔、陳冠辰 (民 102), 建構停電審修排程系統以提昇供電品質之研究, 品質學報, 20(4), 463-482。
30. 黃琮淵, 中古車商拚出頭祭保固 12 年, 中時電子報, 102 年 6 月 6 日, 取自 <http://www.chinatimes.com/newspapers/20130606000818-260110>
31. 黃齊達、鄭家瑜、李明儒 (民 99), 後博弈公投, 澎湖博弈特區設置地點的潛力分析, 服務業管理評論, 8, 150-174。
32. 經濟部能源局, 101 年度油耗指南, 103 年 4 月 20 日, 取自 http://web3.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/content/ContentLink2.aspx?menu_id=380&sub_menuid=398。
33. 葉名山、邱品翰、劉欣憲 (民 95), 建立我國軌道行車保安委員會組織之研究, 運輸計劃, 35(3), 365-390。
34. 楊世瑩 (民 75), 兩階段集群分析方法在市場區隔之應用, 淡江大學管理科學研究所碩士論文。
35. 廖信、潘怡臻 (民 99), 數位出版從業人員專業能力之研究, 教育資料與圖書館學, 47(3), 371-397。
36. 蔣哲宇 (民 101), 中古車市場消費者行為之探討, 國立屏東商業技術學院國際企業所碩士論文。
37. 鄭英傑 (民 71), 國產小型轎車決定性屬性與消費者特性之研究, 國立成功大學工業管理研究所碩士論文。
38. 鄭智峯 (民 96), 台灣中古車銷售品質於評鑑制度之實證研究, 國立台北科技大學車輛工程系所碩士論文。
39. 謝孟樺 (民 102), 應用二元羅吉特模式與灰關聯分析法探討中古車業者針對女性消費者於網路行銷中古車之研究, 國立中興大學行銷學系所碩士論文。
40. 韓淑真主編 (民 89), 第一次買中古車就上手, 易博士文化出版, 台北市。
41. 簡子皓 (民 97), 汽車市場消費行為之研究—以南投縣中學教職員為例, 南開科技大學車輛與機電產業研究所碩士論文。
42. Ahmed, S. A. and A. d'Astons (1996) Country-of-Origin and brand effects: a multi-dimensional and multi-attribute study, *Journal of International Consumer Marketing*, 9(2), 93-115.
43. Buckley, J. J. (1985) Fuzzy hierarchical analysis, *Fuzzy Sets and Systems*, 17(3), 233-247.
44. Csutora, R. and J. J. Buckley (2001) Fuzzy hierarchical analysis: the lambda-max method, *Fuzzy Sets and Systems*, 120(2), 181-195.
45. Hwang, C. L. and K. Yoon (1981) *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*, Springer-Verlag, New York.
46. Hwang, C. L., Y. J. Lai and T. Y. Liu (1993) A new approach for multiple objective decision making, *Computers and Operational Research*, 20, 889-899.
47. Mon, D. L., C. H. Cheng and J. C. Lin (1994) Evaluating weapon system using fuzzy analytic hierarchy process based on entropy weight, *Fuzzy Sets and Systems*, 62(2), 127-134.
48. Saaty, T. L. (1980) *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York.
49. Van Laarhoven, P. J. M. and W. Pedrycz (1983) A fuzzy extension of Satty's priority theory, *Fuzzy Sets and System*, 11(1-3), 199-227.
50. Yoon, K. (1987) A reconciliation among discrete compromise solutions, *Journal of Operational Research Society*, 38, 277-286.

收件：105.05.25 修正：105.07.05 接受：105.08.15