

以模糊理論估算桃園市八德區不動產房價之研究

蔡明達^{1*} 陳慧茹² 林玉菁¹

¹國防大學環境資訊及工程學系

²桃園市政府地政局

摘 要

本研究主要是以模糊理論(Fuzzy)作為不動產估價理論工具，並建立一套合理、可信且快速的不動產估價方式，以符合現今市場的需求。透過問卷了解市場需求以建立不動產估價模型，並以實價登錄的交易價格為真價進行分析比較。期以應用模糊理論於不動產估價業務範疇，提供另一種新的思維，以提供消費者合理的購買資訊。研究中，利用模糊理論建立不動產估價模式，並依各項影響因素估算不動產價格，經過驗證後發現，實際成交價格較估算價格高，其主要原因在於桃園市八德區房價近年飆漲，使得購屋者心理存在預期漲價因素，擔心會日後交易價格會愈來愈高，願意增加購屋金額，使得買賣交易成交平均金額較估算值來得高。整體比較的均方根誤差(Root Mean Squared Error, RMSE)為 ± 1.05 (萬/坪)。

關鍵詞：模糊理論，不動產估價，實價登錄

Application of Fuzzy Theory to Real Estate Markets - A Case Study in Bade Dist., Taoyuan City

Ming-Da Tasi^{1*}, Huei-Ru Chen², and Yu-Ching Lin¹

¹ *Department of Environmental Information and Engineering, CCIT, National Defense University.*

² *Department of Land Administration, Taoyuan*

ABSTRACT

Fuzzy theory and its related methodology applied in this research are the main tools for price estimation of properties in order to create reasonable, credible and fast ways to meet the demands from current real estate markets. After establishment of the evaluation model we compare the prices with those of registered transactions and analyze their trends. It is anticipated that fuzzy-based theory can be utilized to the field of property evaluation and provide novel thoughts to consumers for reasonable purchases. In this study we developed a model for price evaluation of properties using fuzzy-based theory according to various factors. After verification we found that the actual transaction prices are higher than those from the model. It is indicated that the main reasons caused high prices in Bade Dist., Taoyuan City are psychological influences of nervous property buyers who are willing to pay much more than the average amounts of deals which the Root Mean Squared Error is ± 1.05 (ten thousand/Ping).

Keywords: fuzzy theory, property pricing, registered transactions

一、前言

公元 2007 年 8 月，美國爆發不動產信貸危機，促使世界各國政府對於不動產價格估算轉趨保守、合理、謹慎，因為這攸關著國家經濟發展及財政收支等政策的制定。近年，國內有許多專家學者也常針對影響不動產價格之因素進行研究。其中，陳姿甄在 2013 年「高雄捷運系統與住宅屬性對住宅房屋價格影響之研究」，以高雄捷運系統經過之行政區內 12,828 筆房價為樣本，探討高雄捷運通車後對捷運附近 500 公尺內房屋價格之影響，並加入住宅屬性研究分析，結果發現捷運區附近房價比其他地區房價高，而屋齡、路寬、總樓層數、移轉房屋面積、土地使用分區、移轉全棟住宅及捷運旅客量皆對房價具有顯著影響[1]。而宋育瑋於 2012 年「影響彰化市房屋價格之因素-應用特徵價格法」，採用建坪、地坪、路寬、屋齡、用途類別、建造種類、總樓層數、土地使用分區、區位與車站距離，等變數進行影響房價因素之研究，指出影響房屋價值最重要的因素為路寬，其次為用途類別[2]。

翁千喻在 2011 年「捷運運輸系統對臺北市房屋價格的影響」，探討行政區固定效果下捷運運輸系統對臺北市房價的影響估計行政區空間關係與房價的關聯性，至捷運站距離對房價有顯著的負面影響，在加入行政區固定效果後，使得捷運站對房價影響更加重要；同時發現行政區之間有存在正的交互作用，意即存在空間外溢性，使得捷運站對房價影響程度降低[3]。

龔恒永於 2010 年「影響住宅價格因素之探討—以高雄市住宅大樓為例」，影響高雄市住宅大樓價格之主要因素有臨路寬度、臨街條件、屋齡、所在樓層及建物坪數。捷運車站之設置與住宅大樓之距離在 700 公尺，對住宅產品價格影響最為顯著[4]。

謝宜蓁於 2010 年「影響房屋成交價格因素之探討-以臺中市為例-」，臺中市全區還是臺中市各行政區，土地面積以及房屋面積皆呈現正向關係，屋齡、路寬與總樓層數在臺中市全區的樣本下，也呈現顯著關係，但是在部分行政區下卻沒有呈現顯著關係[5]。房屋與臨街關係中，房屋越靠近道路與房屋價格呈現正向關係，房屋構造種類差異與房屋用途類別在

臺中市全區或是臺中市各行政區下皆有不同的解釋能力。

陳慧潔於 2007 年「住宅大樓價格因素之探討」，住宅所在樓層、面臨馬路之寬度及住宅與捷運站距離等變數與樓層價格都呈現二次曲線之型態，住宅大樓離學校及公園之距離愈近樓層價格愈高，一樓經營店面、具車位、住宅位於一樓及不位於四樓等情況對樓層價格有正面之影響，可能與一樓帶來商業效益及四樓受傳統觀念影響有關。而住宅大樓是否為頂樓對樓層價格影響未達顯著水準[6]。

綜合以上所述各學者專家的研究，影響房價的因素甚多，首先是住宅實質屬性包括住宅價格、面積、樓層別、格局、基地位置、樓層別、建材住宅類別、房廳數、屋齡、車庫、及管理維護等屬性。其次為鄰里環境：在鄰里環境方面，包括道路寬度、公園綠地、學校、市場、醫院、捷運、區位及嫌惡設施等。至於經濟環境方面的影響，包括與經濟景氣有密切關係的因素，如所得、利率、貨幣供給量、股市、景氣指標等因素。

目前，估算不動產價格的作業方式，可透過消費者物價指數(Consumer Price Index, CPI)、臺灣銀行定存利率（一年期）、國民所得(National Income, NI)及都市地價指數(Urban Land Price Index, ULPI)等指標參數，計算土地成本估價模式之年度上漲倍比率。其次，參考不動產估價技術規則第 69 條不動產價格計算公式，利用基準年之房屋現值及公告土地現值，計算房屋和土地之權重，再分離房地價格中的土地成本，藉以估算不動產價格[7]。而房產市場上常用的不動產估價方法，計有市場比較法、收益還原法、成本法及特徵價格法等。

近年，有來愈來愈多國內學者運用模糊理論進行不動產之相關研究。林琇意於 2011 年「以模糊層級分析法探討影響房地產價格之研究」，以模糊層級分析法將「總體環境因素」、「區域因素」、「社會因素」和「主體因素」四大層級因素串連來探討影響房地產價格之關鍵因素。由分析結果發現，「區域因素」是影響房地產價格的最重要因素，而「所得收入」、「地震或淹水區」、「生活機能便利性」和「土地位置」分別是四大因素的各指標中，影響房地產價格最顯著者。另由總體權重分析，

發現影響房地產價格最重要前六個關鍵成功因素，依序為生活機能便利性、所得收入、土地位置、地震或淹水區、施工品質及交通設施配置[8]。

陳建鈞於 2011 年「應用模糊可調適網路於房地產價格預測 - 以內湖區、大安區為例」，以模糊可調適網路(FAN)為主要預測模型，並與倒傳遞類神經網路(BPNN)和調適性網路模糊推論系統(ANFIS)的預測結果相互比較。本研究使用的模糊變數包括生活機能、周邊環境條件及預期發展潛力共三項，：使用二階段集群方法將臺北市十二行政區進行分群作業，再以內湖區、大安區為例，透過專家意見問卷調查方式獲取模糊變數之主觀評分，最後進行 FAN、BPNN 及 ANFIS 三種模型的價格預測[9]。

「有土斯有財」的觀念一直深植於國人的心中，「不動產」(Real Estate)的需求不僅是「食、衣、住、行」中重要的民生課題，也是國人投資理財的選項之一。然而，由於不動產交易所需的金額較高，民眾對於選擇不動產時，會花費較長的時間去尋找較適合的區位與合理價格，以滿足自己居住或投資的需求。「不動產」依民法第 66 條定義：謂土地及其定着物；不動產之出產物，尚未分離者，為該不動產之部份[10]。即其包括了土地和其上在建或已完成之建築物。而本文中主要研究的「不動產」對象，則以一般消費者所需之供住宅使用的建築物為主。

二、研究理論

2.1 空間分析

所謂「空間分析」是基於地理相對位置和形態特徵的空間數據分析技術，其目的在於提取和傳輸空間訊息，係指利用拓撲關係、幾何關係或地理屬性等等來研究事務的一種技術。著名的案例（如圖 1 所示）就是 1854 年英國倫敦西敏市霍亂爆發，斯諾使用一張地圖發現霍亂是如何集中於抽水機旁的，他通過與當地居民交流和仔細分析，將污染源鎖定在布勞德大街的公用抽水機上，並成功說服當地市政將抽水機手柄移走，終結霍亂病的蔓延，有力的支持了霍亂是通過水源而非空氣傳播的理論。此外在統計學、經濟學、地理資訊系統、遙感、

計算機科學、數學等領域都推動了空間分析的發展，並在這些領域得到了廣泛的應用[11]。

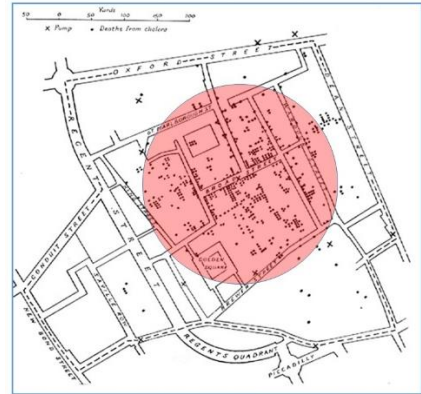


圖 1 斯諾在 1854 年研究霍亂時用的地圖

本研究係利用地理資訊系統中的環域分析（如圖 2 所示），對實價登錄資料進行資料萃取分析，而環域分析表示某一地理現象時，想顯現出該種地理現象的影響範圍，而此種以中軸線為基礎，然後向中軸線兩側一定範圍內標示出此種地理資料的影響範圍，圖 2(a)表示以點為中心環域分析圖，而圖 2(b)表示線狀的環域分析圖。

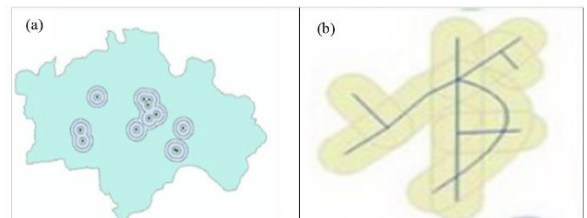


圖 2 環域分析(a)點環域分析(b)線環域分析

2.2 模糊理論

模糊理論(Fuzzy)起源於 1965 年美國加州柏克萊大學(Berkeley)的扎德(L.A. Zadeh)教授，提出 Fuzzy 理論的主要理由主要是因為人類知識可說是用語言來表達的，而語言中存在的模糊性，特別是因人而異所產生的主觀性，也各不相同。很多日常中的概念：例如「天氣很熱或很冷」、「請把窗戶開大一點」、「空氣比較好」、「健康良好」、「個子較高」、「很滿意」、「經濟不景氣」等沒有清晰明確的外延，這些都可稱為模糊概念[12]。因此模糊理論(Fuzzy Theory)乃是積極承認主觀性問題的存在，進

而以模糊集合理論來處理不易量化的問題，以便能適當而可靠的處理人們主觀評估問題的方法。同時，也對人腦對於模糊訊息或不完全的資料，是不需經過精密繁雜的計算過程，仍可做出正確判斷的特色所發展出來的一套理論。

一般消費者在選購不動產時，對區位的需求並不是那麼明確的描述，只能以概念性的表達：「想要鄰近學校」、「不要離車站太遠」等，這些對距離的描述都是模糊不清非常主觀，並不是「非此即彼」的明確語意。

在考慮不動產價格，受多種因素影響，必須對多種相關因素作綜合性考慮，這種評判過程涉及模糊因素，便稱模糊綜合評判。消費者在抉擇購買不動產時，必須對需求的因素進行全面的考量，在綜合地整理歸納出自己理想中的區位與價格。因此模糊權重的分析主要是得知影響因素的重要性，以建立模糊函數。

Dubois & Prade(1978)曾對模糊數加以定義並提出若干基本性質，認為模糊數為一模糊數集，其隸屬函數(Membership Function)為 $\mu(x): R \rightarrow [0,1]$ ，並具有以下之性質[13]：

1. $\mu(x)$ 為連續性
2. $\mu(x)$ 為一凸模糊集(convex fuzzy set)
3. 存在一實數 x_0 ，使得 $\mu(x_0)=1$

凡能滿足上述三條件的皆稱之為模糊數。模糊運算中最主要有三種模糊集合之運算：聯集(union)、補集(complement)與交集(intersection)，而依照不同定義有不同的型態。

三、運用模糊理論於不動產估價分析

本研究希望提出模糊理論方法，將沒有絕對明確外延的模糊概念表現出來，將運用模糊理論建立估價模式之流程如圖 3 所示。

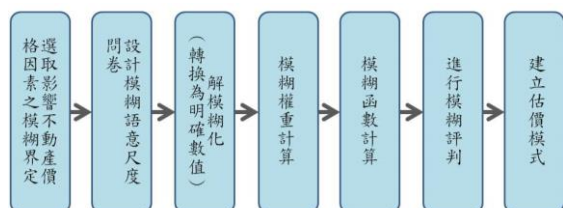


圖 3 模糊理論估價模式流程圖

3.1 影響不動產價格因素之模糊界定

本研究將依「桃園市八德區影響其他用地個別因素評價基準明細表」訂定出影響房價的因素為宗地條件、道路條件、接近條件、周邊環境條件、行政條件及其他等因素，如表 1 所示。

表 1 影響房價的因素

項次	影響不動產價格的因素
1	面前道路寬度
2	接近學校之程度
3	接近市場之程度
4	接近公園廣場之程度
5	接近車站之程度
6	接近商圈之程度
7	停車方便性
8	其他影響地價因素

本研究是依據李克特量表[14]將「影響程度」劃分成五個尺度量表若模糊語意措辭為 low、medium low、medium、medium high、high，則就可利用模糊尺度將其轉換為模糊數，轉換尺度的函數圖形，並經由其轉化方法轉換成介於閉區間[0, 1]的連續性明確分數以獲取權重[15,16]。在本研究中將評估影響不動產價格評估因素的影響程度，將「影響程度」的語意變數劃分為「影響很大」、「影響稍大」、「普通影響」、「影響不大」、「沒有影響」五個語意尺度來影響，其各語意的分佈範圍（如圖 4 所示），而表 2 所呈現的即是語意尺度及三角模糊數的對應表。

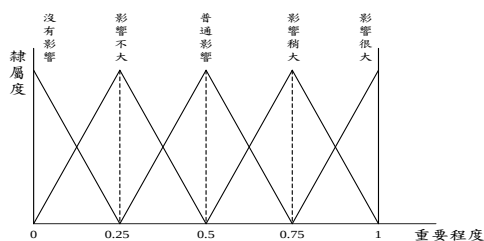


圖 4 模糊尺度之隸屬函數

表 2 語意尺度及三角模糊數

語意尺度 (影響程度)	三角模糊數
沒有影響	(0, 0, 0.25)
影響不大	(0, 0.25, 0.5)
普通影響	(0.25, 0.5, 0.75)
影響稍大	(0.5, 0.75, 1)
影響很大	(0.75, 1, 1)

3.2 設計模糊語意及尺度問卷

考慮人們步行的可及性範圍，一般步行距離住家 20 分鐘以內最適宜的距離[17]，在問卷上設計將接近程度依據步行時間及距離每項分為 1 至 5 等級，由於考量距離的認知會因人而異，例如是考慮是直線距離還是最佳距離，所以以步行時間來做量測的基準。(通常步行 100 公尺約為 2 分鐘)受訪者認定每個區分的級距的價格在下方勾選。表 3 是針對接近學校遠近程度，對於房價影響的程度所作的問卷模擬。受訪者若認為接近學校程度 3 分鐘以內 (150m 以內) 的價格是最高，則在選項 5 的作勾選；3 分鐘至 5 分鐘(150m-250m)的價格是次高，則在選項 4 的作勾選，依序完成。

表 3 運用模糊語意所設計之尺度問卷表，並由受訪者模擬回答之情形

接近學校程度	3分鐘以內 (150公尺以內)				3分鐘-5分鐘 (150-250公尺)				5分鐘-10分鐘 (250-500公尺)				10分鐘-20分鐘 (500-1000公尺)				20分鐘以上 (1000公尺外)			
價格影響程度	低	普通	高	低	普通	高	低	普通	高	低	普通	高	低	普通	高	低	普通	高	低	普通
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
					√					√					√					√

3.3 解模糊化(Defuzzification)

解模糊化就是將模糊數轉換成一個明確的數值，作為模糊排序過程中所使用的工具，解模糊化的方法也有許多不同的模式，常用的模式有重心法(center of gravity method)、形心法(面積中心法)(center of area method)、最大中心法(center of maximum)、最大隸屬度法(最大平均法)(mean of maximum method)。本研究以最常見的重心法作為解模糊化的方法，Yager(1980)的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。假設模糊集合的隸屬度函數為 $\mu(x)$ ，當權數 x 為連續時，以 F 表示模糊集合的重心位置，則

$$F = \frac{\int X \times u(x) dx}{\int u(x) dx} \dots\dots\dots(1)$$

當模糊集合為一個三角模糊數時 (a, b, c) 時，則公式(1)可簡化為

$$F = \frac{a+b+c}{3} \dots\dots\dots(2)$$

重心法主要的是求算模糊數的幾何中心，藉由組合來判斷排序的高低作為判斷標準，而 F 愈高，其排序結果就愈高，而 F 的求公式為其中， x 代表重要權數，而分母則為整個面積。此法計算麻煩效率低，來判別測量模糊數的平均數，區別能力較差[18]。

3.4 模糊權重計算

本研究藉著問卷調查，訂定出影響房價的因子有 7 項，請受訪者將其重要性排序。受訪者對因素 $A = \{A_1, A_2, \dots, A_7\}$ ，依照不同的重要程度給予排序值 $\{V_{1i}, V_{2i}, \dots, V_{7i}\}$ ，將所得資料製作成表 4。

表 4 受訪者決定因素重要性之統計表

項目	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7
樣本							
S_1	V_{11}	V_{21}	V_{31}	V_{41}	V_{51}	V_{61}	V_{71}
S_2	V_{12}	V_{22}	V_{32}	V_{42}	V_{52}	V_{62}	V_{72}
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
S_n	V_{1n}	V_{2n}	V_{3n}	V_{4n}	V_{5n}	V_{6n}	V_{7n}
總和	$\sum_{i=1}^n V_{1i}$	$\sum_{i=1}^n V_{2i}$	$\sum_{i=1}^n V_{3i}$	$\sum_{i=1}^n V_{4i}$	$\sum_{i=1}^n V_{5i}$	$\sum_{i=1}^n V_{6i}$	$\sum_{i=1}^n V_{7i}$

因此可計算出第一位受訪者認為影響不動產價格因素的模糊權數為

$$\{SW_{11}, SW_{12}, \dots, SW_{71}\}$$

$$= \left\{ \frac{V_{11}}{\sum_{i=1}^n V_{1i}}, \frac{V_{21}}{\sum_{i=1}^n V_{2i}}, \dots, \frac{V_{71}}{\sum_{i=1}^n V_{7i}} \right\} \dots\dots\dots(3)$$

將各項總和加總得到：

$$\sum_{i=1}^n V_{1i} + \sum_{i=1}^n V_{2i} + \sum_{i=1}^n V_{3i} + \sum_{i=1}^n V_{4i} + \sum_{i=1}^n V_{5i} + \sum_{i=1}^n V_{6i} + \sum_{i=1}^n V_{7i} = \sum_{j=1}^7 \sum_{i=1}^n V_{ji} \dots\dots\dots(4)$$

則每個影響因素權重可以表示為

$$\{TW_1, TW_2, TW_3, TW_4, TW_5, TW_6, TW_7\} = \left\{ \frac{\sum_{i=1}^n V_{1i}}{\sum_{j=1}^7 \sum_{i=1}^n V_{ji}}, \frac{\sum_{i=1}^n V_{2i}}{\sum_{j=1}^7 \sum_{i=1}^n V_{ji}}, \frac{\sum_{i=1}^n V_{3i}}{\sum_{j=1}^7 \sum_{i=1}^n V_{ji}}, \frac{\sum_{i=1}^n V_{4i}}{\sum_{j=1}^7 \sum_{i=1}^n V_{ji}}, \frac{\sum_{i=1}^n V_{5i}}{\sum_{j=1}^7 \sum_{i=1}^n V_{ji}}, \frac{\sum_{i=1}^n V_{6i}}{\sum_{j=1}^7 \sum_{i=1}^n V_{ji}}, \frac{\sum_{i=1}^n V_{7i}}{\sum_{j=1}^7 \sum_{i=1}^n V_{ji}} \right\} \dots\dots\dots(5)$$

依據表 2 語意尺度及三角模糊數將模糊語意解模糊化，以建立各項影響因素的模糊權重，可得知重要影響因素。建立模糊權重是先統計影響價格因素模糊語意的人數，設定「沒有影響」的有 n1 人、「影響不大」的有 n2 人、「普通影響」的有 n3 人、「影響稍大」的有 n4 人、「影響很大」的有 n5 人，則模糊權重計算方式：[19]

$$\frac{1}{(n1+n2+n3+n4+n5)} \left[\begin{matrix} n_1(0,0,0.25) + n_2(0,0.25,0.5) + n_3(0.25,0.5,0.75) + \\ n_4(0.5,0.75,1) + n_5(0.75,1,1) \end{matrix} \right] = (a,b,c) \dots\dots\dots(6)$$

3.5 函數式計算

以本研究採用計算效率最高的最大隸屬度法（最大平均法），先建立各影響因素的權重 Wt 的範圍分布，再建立最大集及最小集的隸屬函數：

$$\mu_{\max}(x) = \{x, 0 \leq x \leq 1; 0, \text{其他}\} \dots\dots(7)$$

$$\mu_{\min}(x) = \{1-x, 0 \leq x \leq 1; 0, \text{其他}\} \dots\dots(8)$$

權重 Wt 的範圍為(a,0)、(b,1)、(c,0)三點座標所形成，所建立的模糊函數為

$$Y = \frac{x-a}{b-a} \text{ 及 } Y = \frac{x-c}{b-c} \dots\dots\dots(9)$$

如圖 5 所示，(a,0)、(b,1)及(b,1)、(c,0) 可計算出兩條直線方程式 $y = ax + b$ 。

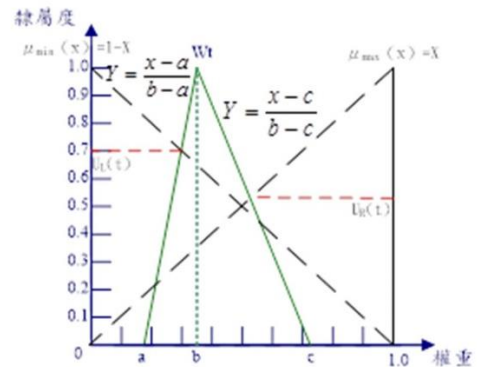


圖 5 模糊函數式計算圖示說明[20]

3.6 模糊評判

將 Wt 的模糊函數 $Y = \frac{x-a}{b-a}$ 及 $Y = \frac{x-c}{b-c}$ （如公式 9）與最大隸屬函數， $\mu_{\max}(x) = x$ （如公式 7）產生交集求出右界值 $U_R(t)$ 。將 Wt 的模糊函數 $Y = \frac{x-a}{b-a}$ 及 $Y = \frac{x-c}{b-c}$ （如公式 9）與最小隸屬函數， $\mu_{\min}(x) = 1-x$ （如公式 8）產生交集求出左界值 $U_L(t)$ 。而 $U_T(t)$ 值愈大者表示其影響因素愈重要[20]。模糊數總評分

$$U_T(t) = \frac{[U_R(t) + 1 - U_L(t)]}{2} \dots\dots\dots(10)$$

3.7 建立估價模式

本研究係利用 Matlab 中的 Fuzzy 模組進行房價建模及估算，將影響價格因子的模糊權重及模糊評判分別輸入 Fuzzy 的 INPUT，經過加權計算出 OUTPUT，可求得 rule 推出估價模組。如圖 6 所示，要計算出小費的高低，通常以食物及服務來進行評估，或許有人認為好的服務勝過於美味的佳餚，也或許有人服務

與美食一樣重要，可以就這些人提出的想法用 Fuzzy 進行分析，算出合理的小費。

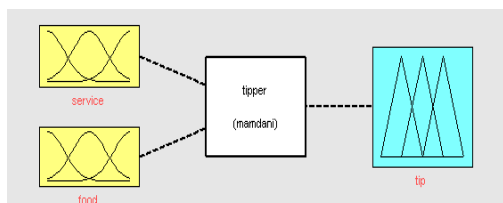


圖 6 以 Matlab 中的 FUZZY 模組計算出合理的小費(tip)

四、資料蒐集與處理

4.1 問卷調查

本研究藉著問卷分析，欲從受訪者取得對影響不動產價格因素的評選，再調查各因素的影響程度。首先定義出問卷調查的目的及調查對象，進行問卷內容設計，開始問卷執行與回收後，將資料歸類整理與建檔，最後進行資料統計及迴歸分析。以從事不動產相關行業為主要調查對象，藉由對相關實務經驗的判斷，能更讓影響不動產因素評估更精確。本次問卷發放共 188 份，回收 167 份，有效問卷 159 份，無效問卷 8 份，其有效問卷的統計圖如圖 7 所示。基本資料中男性 71 位，女性 88 位（圖 7(a)所示）；以受訪者職業類別中，房仲業者有 51 位，專業（政府機關）地價人員有 35 位，銀行授信有 22 位，一般民眾有 51 位（圖 7(b)所示）；以受訪者學歷，碩士有 23 位，大學有 89 位，專科有 25 位，高中有 22 位（圖 7(c)所示），最後，在圖 7(d)中所示，本問卷受訪者的工作年資超過一年者佔 65%。

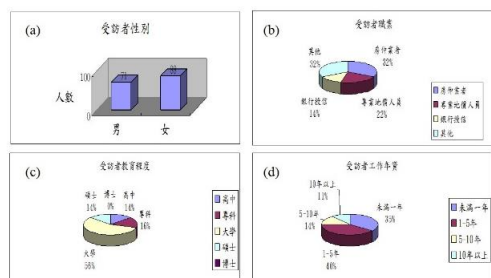


圖 7 受訪者基本資料統計圖：(a)、(b)、(c)及 (d)分別代表性別、職業、教育程度及工作年資等分布圖

4.2 實價登錄資料蒐集與處理

本研究將以內政部實價登錄的資料作為真值，以驗證住宅不動產估價的準確性。透過「內政部不動產交易實價查詢服務網」公開資訊[21]，蒐集從民國 101 年 8 月 1 日至 102 年 12 月 31 日之基本資料庫買賣成交後所進行實價登錄的資料共計 3,682 筆，扣除素地成交價格後取 3,268 筆其分布狀況如圖 8(a)所示，每一藍點代表每一筆買賣的資料位置。並將桃園市八德區 102 年公告現值以地理資訊系統將價格區分十級（圖 8(b)所示），在圖中顯示出價格較高的區位，大都集中於都會人口集中區或新興開發地區，均屬都市計畫內土地。

本研究將上述資料並以空間分析方式，選取各類型的房價資料作為真值。將以從八德區靠近桃園火車站的大湳商圈沿著 20 公尺介壽路致新開發的八德區都市擴大計畫區，以地理資訊系統的 Buffer 環域功能，以學校、市場、商圈、捷運或車站、公園廣場及停車場為中心，運用點的環域分析將 Buff-DIST 以 150 公尺漸層，加入實價登錄 3,268 樣本數，再以 Intersect 交集功能；再者，臨道路寬度可以使用線的環域分析進行資料蒐集及處理。在圖 9 中，是以學校為影響因素的環域分析，由此，即可統計房屋價距離學校遠近的交易價格。

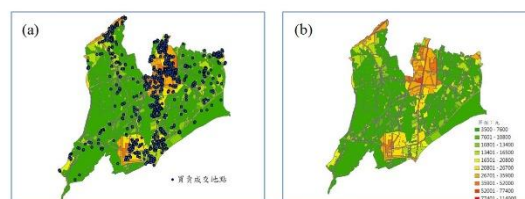


圖 8 (a)成交地點分布圖，(b) 102 年公告現值級距圖（單位：元）

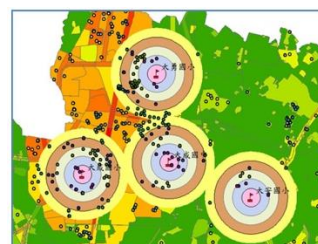


圖 9 以學校為中心進行環域分析（每一環間距為 150 公尺）

五、問卷成果分析

針對問卷回收資料收將臨道路寬度、接近學校、市場、商圈、捷運或車站、公園廣場遠近及停車方便性等對價格影響程度，計算出模糊權重及模糊數函數。將模糊權重以 $(a,0)(b,1)(c,0)$ 三個座標求出 $(a,0)(b,1)$ 與 $(b,1)(c,0)$ 兩條直線方程式 $y=ax+b$ 。再將模糊權重的模糊函數與最大隸屬度函數 $\mu_{\max}(x)=x$ 產生交集，可以計算求出兩點座標 (m_x, m_y) 、 (n_x, n_y) ，取座標較大的值代表右界值 $U_R(t)$ ；與最小隸屬度函數 $\mu_{\min}(x)=x$ 產生交集，得到 (p, q) 與 (r, s) 兩點座標，取 y 座標中較大值代表右界值 $U_L(t)$ 。再將模糊數進行模糊評判，計算出 $U_T(t)=[U_R(t)+1-U_L(t)]/2$ 。將影響不動產之因素分別計算出模糊權重、模糊函數、左右界值、模糊評判及價格函數，區分以下幾個因子。

(1)道路寬度

從模糊評判數發現經由左界值 (U_L) 及右界值 (U_R) 計算出的模糊總評分數 (U_T) 介於0.275至0.42之間（如表5所示），道路寬度在10公尺-20公尺之模糊總評分數0.42為最高，道路寬度在30公尺以上之模糊總評分數0.275為最低；受訪者認為道路寬度6公尺以下過小會影響交通進出，30公尺以上，由於交通流量大，影響居住品質，所以認為其價格較低，道路在10公尺至20公尺的價格會是最

表5 道路寬度影響不動產價格程度

影響因素	寬度	模糊權重	模糊數函數	U_L	U_R	U_T
道路	6m 以下	(0.14, 0.22, 0.43)	$y=12.5x-1.75$ $y=-4.76x+2.05$	0.80	0.36	0.28
	6m-10m	(0.15, 0.38, 0.62)	$y=4.35x-0.65$ $y=-4.17x+2.58$	0.69	0.50	0.405
	10m-20m	(0.36, 0.61, 0.81)	$y=4x-1.44$ $y=-5x+4.05$	0.51	0.67	0.42
	20m-30m	(0.45, 0.70, 0.91)	$y=4x-1.8$ $y=-4.76x+4.33$	0.44	0.75	0.345
	30m以上	(0.56, 0.79, 0.89)	$y=4.35x-2.43$ $y=-10x+8.9$	0.36	0.81	0.275

(2)接近學校程度

從模糊評判數發現經由左界值 (U_L) 及右界值 (U_R) 計算出的模糊總評分數 (U_T) 介於

0.22至0.805之間（如表6所示），距離學校步行在3分鐘以內之模糊總評分數0.805為最高，距離學校步行在20分鐘以上之模糊總評分數0.22為最低；而模糊評判數在步行5分鐘內差異為0.02，其模糊權值差距不大，而距離學校步行5分鐘以上，模糊權值逐漸變小，離學校步行10分鐘以上更是明顯。

表6 接近學校影響不動產價格程度

影響因素	距離	模糊權重	模糊數函數	U_L	U_R	U_T
學校	3分鐘以內 (150m以內)	(0.64, 0.89, 0.97)	$y=4x-2.56$ $y=-12.5x+12.12$	0.29	0.90	0.805
	3-5分鐘 (150m-250m)	(0.61, 0.86, 0.99)	$y=4x-2.44$ $y=-7.69x+7.62$	0.31	0.88	0.785
	5-10分鐘 (250m-500m)	(0.42, 0.67, 0.86)	$y=4x-1.68$ $y=-5.56x+4.53$	0.46	0.72	0.63
	10-20分鐘 (500m-1000m)	(0.16, 0.41, 0.66)	$y=4x-0.64$ $y=-4x+2.64$	0.67	0.53	0.43
	20分鐘以上 (1000m以上)	(0.04, 0.14, 0.39)	$y=10x-0.4$ $y=-4x+1.56$	0.87	0.31	0.22

(3)接近市場程度

從模糊評判數發現經由左界值 (U_L) 及右界值 (U_R) 計算出的模糊總評分數 (U_T) 介於0.23至0.92之間（如表7所示），距離市場步行在3-5分鐘（150公尺-250公尺）之模糊總評分數0.92為最高，距離市場步行在20分鐘以上之模糊總評分數0.23為最低。從模糊評判數發現接近市場步行3分鐘內（150公尺內）的模糊權重低於接近市場3分鐘-5分鐘，主要是因為太接近市場容易造成交通壅塞及髒亂等問題，認為接近市場步行3分鐘-5分鐘（150公尺-200公尺）的距離是最適宜的，接近市場5分鐘以上模糊權重逐漸下滑。

表7 接近市場影響不動產價格程度

影響因素	距離	模糊權重	模糊數函數	U_L	U_R	U_T
市場	3分鐘以內 (150m以內)	(0.53, 0.76, 0.86)	$y=4.35x-2.3$ $y=-10x+8.6$	0.38	0.78	0.7
	3-5分鐘 (150m-250m)	(0.73, 1.05, 1.21)	$y=3.13x-2.28$ $y=-6.25x+7.56$	0.2	1.04	0.92
	5-10分鐘 (250m-500m)	(0.40, 0.65, 0.84)	$y=4x-1.6$ $y=-5.26x+4.42$	0.48	0.71	0.615
	10-20分鐘 (500m-1000m)	(0.16, 0.39, 0.64)	$y=4.35x-0.7$ $y=-4x+2.56$	0.68	0.51	0.415
	20分鐘以上 (1000m以上)	(0.05, 0.15, 0.40)	$y=10x-0.5$ $y=-4x+1.6$	0.86	0.32	0.23

(4)接近捷運或車站程度

從模糊評判數發現經由左界值 (U_L) 及右界值 (U_R) 計算出的模糊總評分數 (U_T) 介於0.24

至 0.825 之間（如表 8 所示），距離捷運或車站步行在 3 分鐘以內（150 公尺以內）之模糊總評分數 0.825 為最高，距離捷運或車站在 20 分鐘以上之模糊總評分數 0.24 為最低。而模糊評判數在步行 5 分鐘以內（250 公尺以內）差異為 0.04，其模糊權值差距不大，5 分鐘以上模糊評判數逐漸變小。

表 8 近捷運或車站影響不動產價格程度

影響因素	距離	模糊權重	模糊數函數	U_L	U_R	U_T
捷運或 車站	3分鐘以內 (150m以內)	(0.66, 0.91, 0.97)	$y=4x-2.64$ $y=-16.67x+16.17$	0.27	0.92	0.825
	3-5分鐘 (150m-250m)	(0.61, 0.86, 0.99)	$y=4x-2.44$ $y=-7.69x+7.62$	0.31	0.88	0.785
	5-10分鐘 (250m-500m)	(0.40, 0.65, 0.83)	$y=4x-1.6$ $y=-5.56x+4.61$	0.48	0.70	0.61
	10-20分鐘 (500m-1000m)	(0.21, 0.51, 0.83)	$y=3.33x-0.7$ $y=-3.13x+2.59$	0.61	0.63	0.51
	20分鐘以上 (1000m以上)	(0.07, 0.16, 0.41)	$y=11.11x-0.78$ $y=-4x+1.64$	0.85	0.33	0.24

(5)接近公園廣場程度

從模糊評判數發現經由左界值(U_L)及右界值(U_R)計算出的模糊總評分數(U_T)介於 0.24 至 0.84 之間（如表 9 所示），距離公園廣場步行在 3 分鐘以內（150 公尺以內）之模糊總評分數 0.84 為最高，距離公園廣場在 20 分鐘以上之模糊總評分數 0.24 為最低。接近公園廣場程度的模糊權值依距離的近遠而遞減，而在步行 5 分鐘以內（250 公尺以內）差距較小，步行 5 分鐘以上的模糊權重逐漸降低。

表 9 接近公園廣場影響不動產價格程度

影響因素	距離	模糊權重	模糊數函數	U_L	U_R	U_T
公園廣場	3分鐘以內 (150m以內)	(0.69, 0.93, 0.98)	$y=4.17x-2.87$ $y=-20x+19.6$	0.25	0.93	0.84
	3-5分鐘 (150m-250m)	(0.55, 0.80, 0.96)	$y=4x-2.20$ $y=-6.25x+6$	0.36	0.83	0.735
	5-10分鐘 (250m-500m)	(0.34, 0.59, 0.80)	$y=4x-1.36$ $y=-4.76x+3.81$	0.53	0.66	0.565
	10-20分鐘 (500m-1000m)	(0.14, 0.38, 0.62)	$y=4.17x-0.58$ $y=-4.17x+2.58$	0.69	0.50	0.405
	20分鐘以上 (1000m以上)	(0.07, 0.16, 0.41)	$y=11.11x-0.78$ $y=-4x+1.64$	0.85	0.33	0.24

(6)接近商圈程度

從模糊評判數發現經由左界值(U_L)及右界值(U_R)計算出的模糊總評分數(U_T)介於 0.25 至 0.8 之間（如表 10 所示），距離商圈步行在 3 分鐘以內（150 公尺以內）之模糊總評分數 0.8 為最高，距離商圈在 20 分鐘以上之模糊總

評分數 0.25 為最低。接近商圈程度的模糊權值依距離的遠近而遞減，在步行 5 分鐘以內（250 公尺以內）差距較小，步行 5 分鐘以上（250 公尺以上），其模糊權值逐漸減少。

表 10 接近商圈影響不動產價格程度

影響因素	距離	模糊權重	模糊數函數	U_L	U_R	U_T
商圈	3分鐘以內 (150m以內)	(0.64, 0.88, 0.95)	$y=4.17x-2.67$ $y=-14.29x+13.57$	0.29	0.89	0.8
	3-5分鐘 (150m-250m)	(0.56, 0.81, 0.95)	$y=4x-2.24$ $y=-7.14x+6.79$	0.35	0.83	0.74
	5-10分鐘 (250m-500m)	(0.39, 0.64, 0.84)	$y=4x-1.56$ $y=-5x+4.2$	0.49	0.70	0.605
	10-20分鐘 (500m-1000m)	(0.19, 0.43, 0.68)	$y=4.17x-0.79$ $y=-4x+2.72$	0.65	0.54	0.445
	20分鐘以上 (1000m以上)	(0.08, 0.18, 0.42)	$y=10x-0.8$ $y=-4.17x+1.75$	0.84	0.34	0.25

(7)停車方便性

從模糊評判數發現經由左界值(U_L)及右界值(U_R)計算出的模糊總評分數(U_T)介於 0.245 至 0.835 之間（如表 11 所示），距離停車方便性步行在 3 分鐘以內（150 公尺以內）之模糊總評分數 0.835 為最高，距離停車方便性在 20 分鐘以上之模糊總評分數 0.245 為最低。停車方便性在 5 分鐘以內（250 公尺以內）模糊總評分數差異 0.095 較小，距離停車便利性的距離愈遠，其模糊總評分數愈小。

表 11 停車方便性影響不動產價格程度

影響因素	距離	模糊權重	模糊數函數	U_L	U_R	U_T
停車 方便性	3分鐘以內 (150m以內)	(0.68, 0.93, 0.97)	$y=4x-2.72$ $y=-25x+24.25$	0.26	0.93	0.835
	3-5分鐘 (150m-250m)	(0.55, 0.80, 0.97)	$y=4x-2.2$ $y=-5.88x+5.71$	0.36	0.83	0.74
	5-10分鐘 (250m-500m)	(0.32, 0.57, 0.80)	$y=4x-1.28$ $y=-4.35x+3.48$	0.54	0.65	0.555
	10-20分鐘 (500m-1000m)	(0.13, 0.36, 0.61)	$y=4.35x-0.57$ $y=-4x+2.44$	0.71	0.49	0.39
	20分鐘以上 (1000m以上)	(0.09, 0.17, 0.41)	$y=12.5x-1.13$ $y=-4.17x+1.71$	0.84	0.33	0.245

六、 成果展示與驗證

6.1 建模結果與不動產價格估算

將影響房價因子逐一建立 Input，增加道路、學校、市場、捷運或車站、公園廣場、商圈及停車便利性等 7 個變數（圖 10(a)所示），再依程度不同建立 Range【0, 1】的權值，如道路以 6 公尺以下、6 公尺至 10 公尺、10 公

尺至 20 公尺、20 公尺至 30 公尺及 30 公尺以上 5 個程度的隸屬函數(Membership Function)等。

以實價登錄資料查詢出 102 年 8 月至 103 年 12 月期間不動產交易價格大部分落在每坪 12 萬至 24 萬之間，依其價格在 Output 輸入 Range 【12，24】分成 5 種不同影響程度，再依其所需條件輸入以增加規則（如圖 10(b)所示）。本研究選出四個案例來進行驗證，依其不同條件在模糊推理下輸入所需條件，可以得到估算的值。再依每個案例相同條件下，用空間分析求算出實價登錄的平均交易價格，進行比較分析。

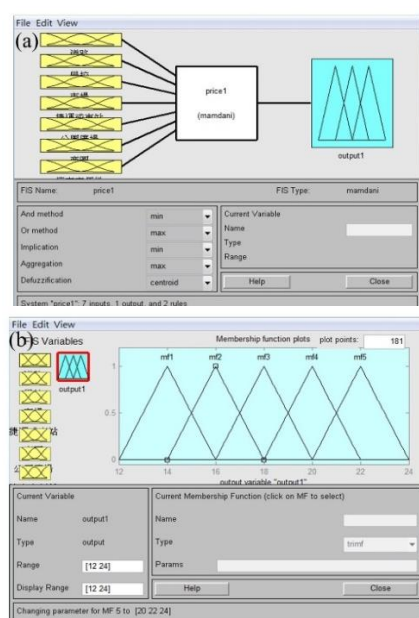


圖 10 以 FUZZY 模組建立估算模式。(a)導入影響房價因素的變數(b)設定房價估算的區間為每坪 12 萬至 24 萬之間

本研究將設計 4 組不同購置不動產條件的個案，如表 12 所示。並將表中各項個案的條件，代入 Fuzzy 估價模組中，以進行各項個案不動產單價的估算，其執行結果如圖 11~14 所示，在圖中紅框中的 output1 即為模組的估算值。經由 Fuzzy 估價模組計算，得知個案一不動產的平均單價為 15 萬/坪（圖 11 所示）；個案二不動產的平均單價為 21 萬/坪（圖 12 所示）；個案三不動產的平均單價為 19 萬/坪（圖 13 所示）；最後，個案四不動產的平均單價為 17 萬/坪（圖 14 所示）。

表 12 設計購置不動產條件表

影響條件	路寬	接近學校	接近市場	接近公園	接近車站	接近商圈	停車方便性
個案一	10-20 (公尺)	步行3分鐘內	步行5-10分鐘	—	—	—	—
個案二	20-30 (公尺)	—	—	步行3-5分鐘	步行3-5分鐘	步行3-5分鐘	步行3-5分鐘
個案三	30以上 (公尺)	步行5-10分鐘	步行5-10分鐘	步行5-10分鐘	步行5-10分鐘	步行20分以上	步行3-5分鐘
個案四	6-10 (公尺)	步行3-5分鐘	步行5-10分鐘	步行3-5分鐘	步行3-5分鐘	步行3-5分鐘	—

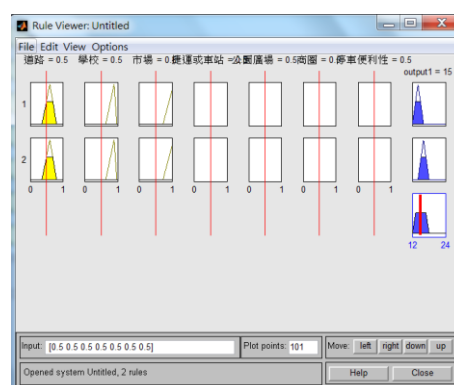


圖 11 個案一估算結果為 15（萬/坪）

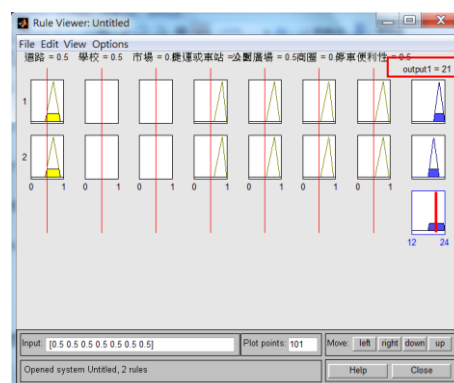


圖 12 個案一估算結果為 21（萬/坪）

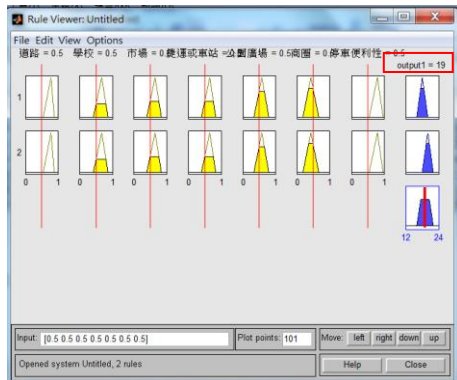


圖 13 個案一估算結果為 19 (萬/坪)

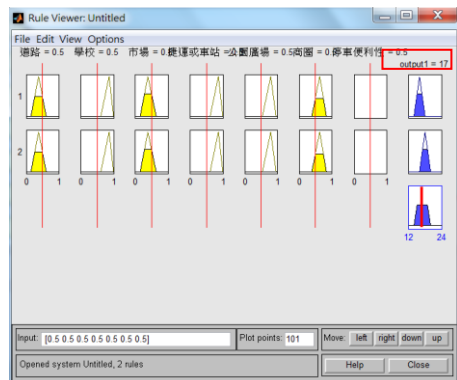


圖 14 個案一估算結果為 17 (萬/坪)

6.2 成果驗證

本研究將以內政部實價登錄的資料作為真值，以驗證住宅不動產估價的準確性。並依上述四個個案條件經空間分析，以獲得住家的交易價格。

個案一：本研究首先以 Arc GIS 選取臨道路 10 公尺至 20 公尺，離學校步行 3 分鐘內（150 公尺以內），離市場步行 5-10 分鐘內（250 公尺以內）之條件，所成交樣本數為 126 件，其分布如圖 14(a)所示。而圖 14(b)則為價格的統計圖，其行情落在 13.2 至 17.8 萬之間，其平均成交單價為 15.75 萬/坪，其標準偏差為 ± 0.064 萬。

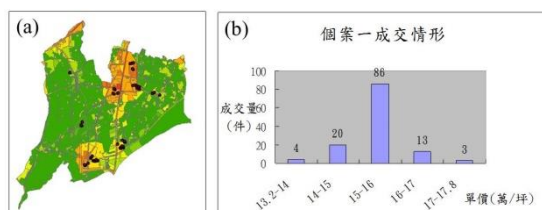


圖 14 個案一實價登錄的資料。(a)樣本的分布圖，(b)成交價格的統計圖

個案二：以 Arc GIS 選取臨道路 20 公尺至 30 公尺，離捷運或車站、公園廣場、商圈、停車場步行 3 分鐘-5 分鐘（250 公尺以內），所成交樣本數為 183 件，其分布如圖 15(a)所示。而圖 15(b)則為價格的統計圖，其成交行情落在 19.4 至 23.8 萬之間，價格其平均成交單價為 21.40 萬/坪，其標準偏差為 ± 0.076 萬。

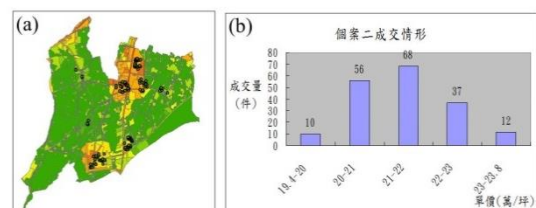


圖 15 個案二實價登錄的資料。(a)樣本的分布圖，(b)成交價格的統計圖

個案三：以 Arc GIS 選取臨道路 30 公尺以上，離學校、市場、捷運或車站、公園廣場、步行 5 分鐘-10 分鐘（500 公尺以內），離商圈步行 20 分鐘以上成交樣本數為 263 件，其分布如圖 16(a)所示。而圖 16(b)則為價格的統計圖，其成交行情落在 18 至 23.7 萬之間，其平均成交單價為 20.76 萬/坪，其標準偏差為 ± 0.080 萬。

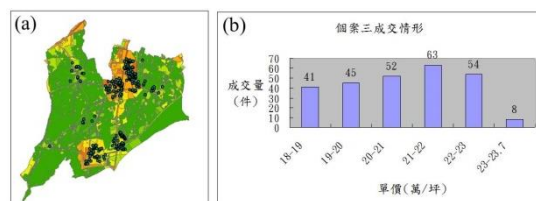


圖 16 個案三實價登錄的資料。(a)樣本的分布圖，(b)成交價格的統計圖

個案四：以 Arc GIS 選取臨道路 6 公尺至 10 公尺，離學校步行 3 分鐘-5 分鐘（250 公尺以內），距離市場步行 5 分鐘-10 分鐘（500 公尺）、離捷運或車站、公園廣場及商圈步行 3 分鐘-5 分鐘（250 公尺以內），成交樣本數為 97 件，其分布如圖 17(a)所示。而圖 17(b)則為價格的統計圖，其成交行情落在 15.1 至 18.7 萬之間，其成交平均單價為 17.19 萬/坪，其標

準偏差為 ± 0.088 萬。

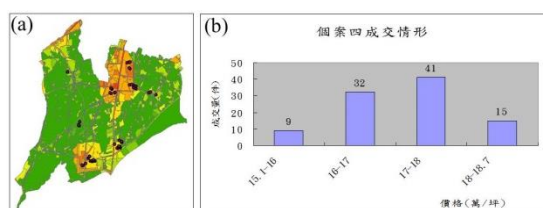


圖 17 個案三實價登錄的資料。(a)樣本的分佈圖，(b)成交價格的統計圖

將實際交易平均價格及其最或是值標準誤差及經模糊理論模擬的案例結果如表 13 所示，以模糊理論估算的價格較實際交易價格低。其中以個案二條件所估算的價格較接實價登錄的平均價格二者僅差 0.04 萬/坪，而二者差異較大的則是以第三個案條件所估算的不動產價格，與實價登錄的平均價格二者差達到 1.76 萬/坪。

表 13 案例估價與實際交易價格比較表（單位：萬/坪）

價格 案例	模糊理論 估算價格	實價登錄的統計值			價差
		平均價格	標準偏差	樣本數	
個案一	15	15.75	± 0.064	126	0.75
個案二	21	21.4	± 0.076	183	0.04
個案三	19	20.76	± 0.080	263	1.76
個案四	17	17.19	± 0.088	97	0.19

七、 結論與建議

本研究之結論與建議歸納如下，以作為未來後續研究者之參考。

7.1 結論

- (1) 經過問卷調查與分析，受訪者認為影響不動產的因素，主要是面臨馬路的寬度，其次為其他因素（如嫌惡設施），依序為接近捷運或車站程度，接近商圈之程度，接近學校之程度，停車方便性，接近市場之程度及接近公園廣場之程度，經案件模擬中，在其他條件差異不大情況下，道路寬度 20 公尺至 30 公尺的模糊評判高於道路寬度 30 公尺以上，以模糊理論估價出的結果，亦是道路寬度 20 公尺至 30 公尺的

價格高於道路寬度 30 公尺以上。

- (2) 本研究主要以模糊理論建立估價模組估算不動產交易價格，經過驗證後發現，實際成交价格較模糊理論建立估價模組估算的價格高。其中以個案二的比價所得的成果較佳，其平均房價的差值為 0.04 萬/坪。而以個案三的成果較差，其平均房價的差值則為 1.76 萬/坪。而整體的平均差價為 0.685 萬/坪。
- (3) 其主要原因在於八德區房價近年飆漲，使得購屋者心理存在預期漲價因素，擔心會日後交易價格會愈來愈高，願意增加購屋金額，使得買賣交易成交平均金額較估算值來得高。

7.2 建議

- (1) 以模糊理論估價時沒有考慮時間因素，若當地短期內買賣交易過於熱絡，會使得以系統估價計算上較為困難。
- (2) 本研究僅以一般消費者購屋所考慮因子進行理論驗證，未來可以加入其他更多考量因素，例如：樓層、嫌惡設施及凶宅等因素；可讓購屋者更多考量，以增加估算價格的精度。除此之外，房屋屬性（如公寓、住家、透天、華廈等之差異）也是重要參考因素。尤其是透天屋還具備有土地的價值。
- (3) 針對道路影響房價的因素本研究僅探討路寬的影響，並未考量繁榮街道（如商店街、夜市等）該因素與道路寬度無關，未來可列入考量。
- (4) 未來，國軍部隊可應用本研究之方法及成果，應用於國軍營產管理上以估算較合理的土地價格。

參考文獻

- [1] 陳姿甄，“高雄捷運系統與住宅屬性對住宅房屋價格影響之研究”，碩士論文，私立南華大學，嘉義，2013。
- [2] 宋育璋，“影響彰化市房屋價格之因素-應用特徵價格法”，碩士論文，私立明道大學，彰化，2012。
- [3] 翁千喻，“捷運運輸系統對台北市房屋

- 價格的影響”，碩士論文，私立淡江大學，台北，2011。
- [4] 龔恒永，“影響住宅價格因素之探討—以高雄市住宅大樓為例”，碩士論文，國立宜蘭大學，宜蘭，2010。
- [5] 謝宜蓁，“影響房屋成交價格因素之探討-以台中市為例-”，碩士論文，國立中正大學，嘉義，2010。
- [6] 陳慧潔，“住宅大樓價格因素之探討”，碩士論文，國立朝陽科技大學，台中，2007。
- [7] 黃聖智，“不動產估價模式之研究-以地產為例”，碩士論文，私立高苑科技大學，高雄，2010。
- [8] 林琇意，“以模糊層級分析法探討影響房地產價格之研究”，碩士論文，私立康寧大學，台南，2011。
- [9] 陳建鈞，“應用模糊可調適網路於房地產價格預測 -以內湖區、大安區為例”，碩士論文，私立明志大學，新北市，2011。
- [10] 全國法規資料庫，網址：
<http://law.moj.gov.tw/>.
- [11] 郭仁宗，“空間分析 Spacial Analysis”，北京：高等教育出版社，2001。
- [12] Zadeh, L.A., "Fuzzy Sets", *Information and Control*, Vol.8, pp338-353, 1965.
- [13] Dubois, D., and Henri Prade, "Operations on fuzzy numbers", *Int. J. Systems Sci.*, 9, pp. 613-626, 1978.
- [14] Likert, R., "A Technique for the Measurement of Attitudes," *Archives of Psychology*, 140, pp. 55, 1932.
- [15] Chen, S. J., and Hwang, C. L. "Fuzzy Multiple Attribute Decision Marketing : Method and Application", Springer-Verlag, Germany. pp. 465-486, 1992
- [16] Liang, Gin-Shun and Mao-Jiun Wang "A fuzzy multi-criteria decision-making method for facility site selection", *Internation Journal of Production Research - INTJ PRODRES*, Vol.29, Iss.11, pp2313-2330, 1991.
- [17] 于明誠，“都市計畫理論與實務”，台北：詹氏書局，1993
- [18] Yager, R.R., On the general class of fuzzy connectives, "Fuzzy Sets and Systems 4", 235-242, 1980
- [19] 吳柏林，“模糊統計導論:方法與應用”，台北：五南書局，2005
- [20] 黃韋憲，“都會區住宅用地價格評估模式之建構”，碩士論文，國立中央大學，桃園，2010。
- [21] 內政部不動產交易實價查詢服務網
<http://lvr.land.moi.gov.tw/N11/homePage.action>。