



模糊理論應用於不動產估價之研究

Application of Fuzzy Theory to Real Estate Markets

蔡明達¹ 陳啟南² 陳慧茹¹ 林玉菁¹

Ming-Da Tsai¹ Chi-Nan Chen² Huei-Ru Chen¹ Yu-Ching Lin¹

¹國防大學理工學院環境資訊及工程學系

²陸軍軍官學校資訊系

摘要

公元 2007 年 8 月美國爆發不動產信貸危機，世界各國對於不動產價格估算將更為合理、謹慎。但不動產市場價格常受到很多因素的干擾，再加上交易不透明化，使得價格很難被量化分析。本研究主要是以模糊理論(Fuzzy)方法，作為不動產估價理論工具，並建立一個合理、可信及快速的不動產估價方式，以符合現今市場的需求。在建立估價模型後，並與實價交易價格進行比較分析及趨勢探討，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，其主要原因在於八德市房價近年飆漲，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(RMSE)為±1.05(萬/坪)。

關鍵字：模糊理論，不動產估價，實價登錄

一、前言

「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，也是投資保值的一項選擇。由於其交易金額較高，民眾在選擇不動產交易時，會花費較長的時間去尋找適合的區位與合理價格，而精確的不動產估價可以提供消費者正確的購買資訊。「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。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。自從公元 2007 年 8 月開始，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。但是不動產市場價格常受到很多因素的干擾，再加上交易不透明化，使得價格很難被量化分析。

政府為實現居住正義，推動實價登錄地政三法，並於民國 100 年 12 月 13 日於立法院三讀通過之修正條文，其不動產經紀業管理條例、地政士法及平均地權條例，合稱實價登錄地



政三法，條文中皆要求不動產交易需實價申報登錄(全國法規資料庫)。自民國 101 年 8 月 1 日公告實施「實價登錄政策」，冀以增加不動產買賣價格資訊透明化，依地政士法第 26 條之 1 規定，地政士應於買賣受託案件辦竣所有權移轉登記三十日內，向主管機關申報登錄土地及建物成交案件實際資訊，以公開不動產實際交易價格。而一般消費者即可利用「內政部不動產交易查詢實價查詢服務網」，以進行不動產買賣資料查詢。但由於此資料庫的建立才初步啟動，不動產交易價格公開數量略顯不足；因此，如何建立符合市場需求的一個合理、可信及快速的不動產估價模式，實有其必要性。

本研究主要是以模糊理論(Fuzzy)方法，作為不動產估價理論的工具，藉由相關理論基礎及問卷調查方式，探討對不動產具代表性的影響因素，建立估價模型後，並與實價交易價格做出比較分析及趨勢探討，冀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。

二、研究理論

(一)地理資訊系統

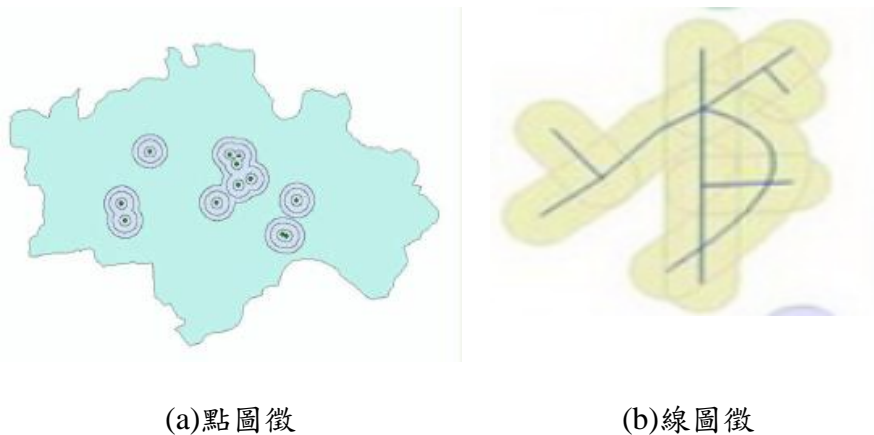
「地理資訊系統」(Geographic Information System, GIS)是一套可以有效處理與地理空間資料有關的資訊系統，結合網際網路、無線通訊、資料庫管理等技術，提供空間資料輸入、處理、分析、輸出等功能。運用電腦進行空間數位化，透過資料儲存、空間屬性資料的詮釋，並以 3D 視覺化、行動化以及網路化為未來發展目標(周天穎，2008、陳啟南，2001)。常見 GIS 的資料可包含二大類：空間資料(Spatial Data)及屬性資料(Attribute Data)。空間資料記錄空間中的點、線、面等空間元素，如：城市、河川、道路、洪氾區域……。屬性資料記錄空間元素的特徵，如：城市的名稱、面積、人口、老人率，河川的長度、洪峰等資料，一般係以表格型態(Table)存在。地圖資料可分成兩大類：網格資料(Raster Data)及向量資料(Vector Data)。網格資料係由點矩陣的像元(Pixel)所組成，例如一般 bmp 檔案等影像資料；向量資料則以記載空間中之點、線、面等元素之坐標為主，可對不同之空間元素進行搬移、修改、複製、刪除等編輯工作，此外，向量資料也較容易與相對之屬性資料結合，一般 GIS 軟體通常以處理向量資料為主(劉威麟，1997)。

(二)空間分析

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，是指利用拓撲關係、幾何關係或地理屬性等等來研究事務的一種技術。空間分析最



早是在地圖製圖學和測量學中發展起來的，但是在很多領域都在空間分析的發展產生了影響。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(郭仁宗，2001)。本研究利用地理資訊系統中的環域分析，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(如圖一)。



圖一 環域分析

(三)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(Chen and Hwang 1992)。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。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(Constantin, 1987)。

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(Dubois and Prade, 1978)。

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(Zadeh, 1965)：

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。

本研究依「桃園縣八德市影響其他用地個別因素評價基準明細表」訂定出影響地價的因子為宗地條件、道路條件、接近條件、周邊環境條件、行政條件及其他因素。其中宗地條件包括面積、寬度、深度、形狀、臨街及地勢；道路條件包括道路種類及面前道路寬度；接近條件包括接近學校之程度、接近市場之程度、接近公園廣場之程度、接近車站之程度及接近商圈之程度；周邊環境條件包括嫌惡設施及停車方便性；行政條件包括使用分區或編定用地、建蔽率、容積率及有無禁限建；其他因素指其他影響地價因素。

三、資料蒐集與處理

(一)資料蒐集

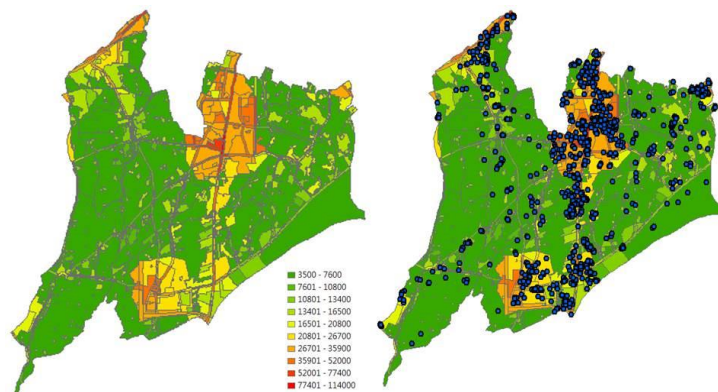
本研究藉著問卷分析，欲從受訪者取得對影響不動產價格因素的評選，再調查各因素的影響程度。首先定義出問卷調查的目的及調查對象，進行問卷內容設計，開始問卷執行與回收後，將資料歸類整理與建檔，最後進行資料統計及迴歸分析。以從事不動產相關行業為主要調查對象，藉由對相關實務經驗的判斷，能更讓影響不動產因素評估更精確。本次問卷發放共 188 份，回收 167 份，有效問卷 159 份，無效問卷 8 份。基本資料中男性 71 位，女性 88 位；以受訪者職業類別中，房仲業者有 51 位，專業(政府機關)地價人員有 35 位，銀行授信有 22 位，一般民眾有 51 位；以受訪者學歷，碩士有 23 位，大學有 89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



依「桃園縣八德市影響其他用地個別因素評價基準明細表」訂定出影響地價的因子為宗地條件、道路條件、接近條件、周邊環境條件、行政條件及其他因素。其中宗地條件包括面積、寬度、深度、形狀、臨街及地勢；道路條件包括道路種類及面前道路寬度；接近條件包括接近學校之程度、接近市場之程度、接近公園廣場之程度、接近車站之程度及接近商圈之程度；周邊環境條件包括嫌惡設施及停車方便性；行政條件包括使用分區或編定用地、建蔽率、容積率及有無禁限建；其他因素指其他影響地價因素。

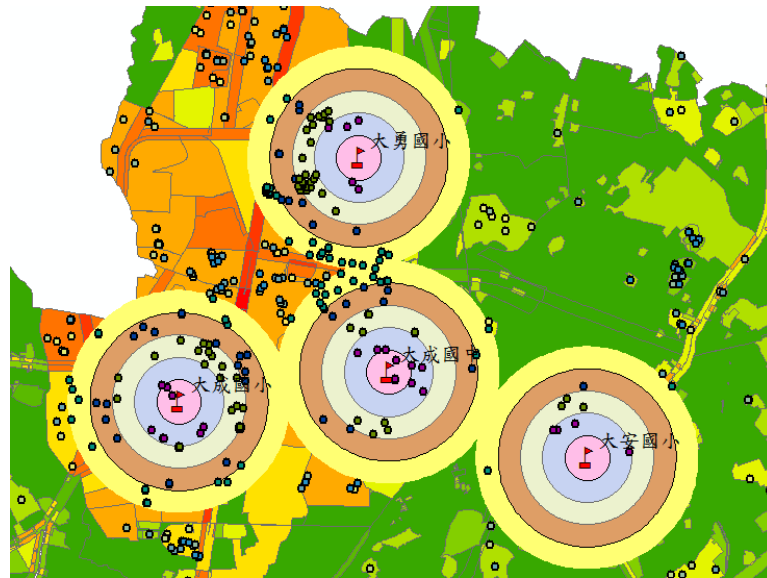
(二)實價登錄資料蒐集與處理

透過「內政部不動產交易實價查詢服務網」公開資訊，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。將桃園縣八德市 102 年公告現值將價格區分十級，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(如圖二)。



圖二 八德市 102 年公告現值級距圖及不動產實價登錄分佈情形

從八德市靠近桃園火車站的大湳商圈沿著 20 公尺介壽路至新開發的八德都市擴大計畫區，以學校、市場、商圈、捷運或車站、公園廣場及停車場為例，以 150 公尺漸層(共 5 層)的點圖徵環域分析，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圖徵的環域分析進行資料蒐集及處理(如圖三所示)，可以得知離學校遠近的交易價格。



圖三 八德市以學校做環域分析的情形

四、研究成果與展示

(一)模糊理論研究

利用模糊理論進行問卷分析，進行模糊化及解模糊計算，將其每項影響價格因素的計算出模糊權重，以公式解出左界值(U_L)及右界值(U_R)，並進行模糊評判，最後再將模糊評判值(U_T)進行迴歸分析，求算出價格函數及 R^2 值。

本研究針對問卷回收將臨道路寬度價格影響程度、接近學校程度價格影響程度、接近市場程度價格影響程度、接近捷運或車站程度價格影響程度、接近公園廣場程度價格影響程度、接近公園廣場程度價格影響程度及停車方便性價格影響程度的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,m)、(n,n)，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 U_T 利用迴歸分析計算出影響價格因素的權值函數及 R^2 ；在迴歸模式中， R^2 會用來說明整個模式的解釋力， R^2 是迴歸可解釋的變異量，來自於依變數 Y 的總變異量，等於迴歸測量的變異量加上誤差變異量， R^2 之值介於 0 ~ 1 之間。 R^2 表示趨勢線估計值與對應的實際數據之間的接近程度。當趨勢線的尺平方值等於 1 或接近 1 時，其可靠性愈佳，最後再將模糊評判值進行迴歸分析，求算出權值函數 $y=dx^2+ex+f$ 及 R^2 值。其 R^2 就是回歸平方和(殘差平方和)/總平方和之值(方程式 1)。



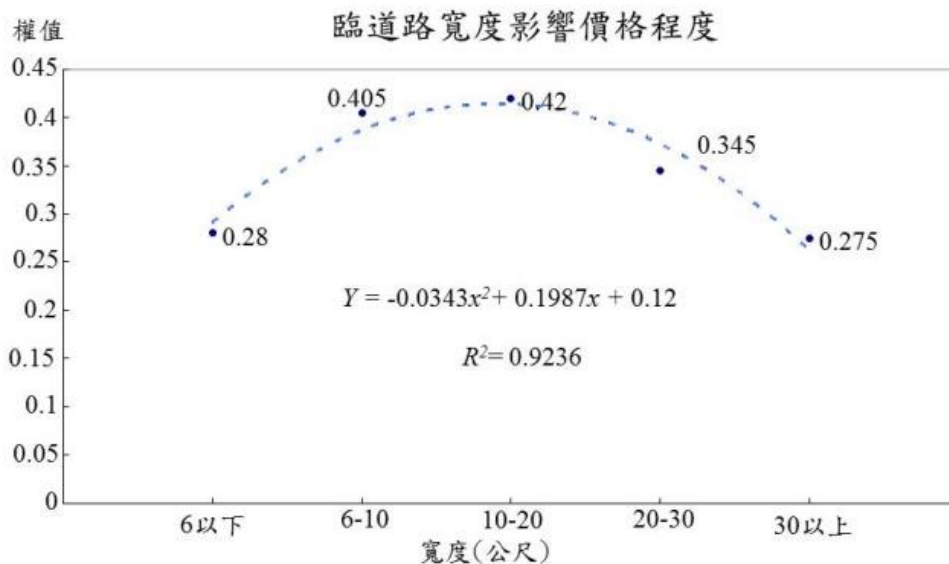
$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{Y} - \bar{Y})^2}{\sum_{i=1}^n (Y - \bar{Y})^2} = \frac{\text{迴歸平方和(殘差)}^2}{\text{總平方和}} \quad (1)$$

(二) 成果展示

將問卷調查結果以模糊理論進行相關研究，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 U_L 及 U_R 計算出的 U_T 介於 0.275 至 0.42 之間，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-20 公尺的價格會是最。將 U_T 以迴歸分析計算，得出 $R^2=0.9236$ ，其權值函數 $y = -0.0343x^2 + 0.1987x + 0.12$ (圖四)。

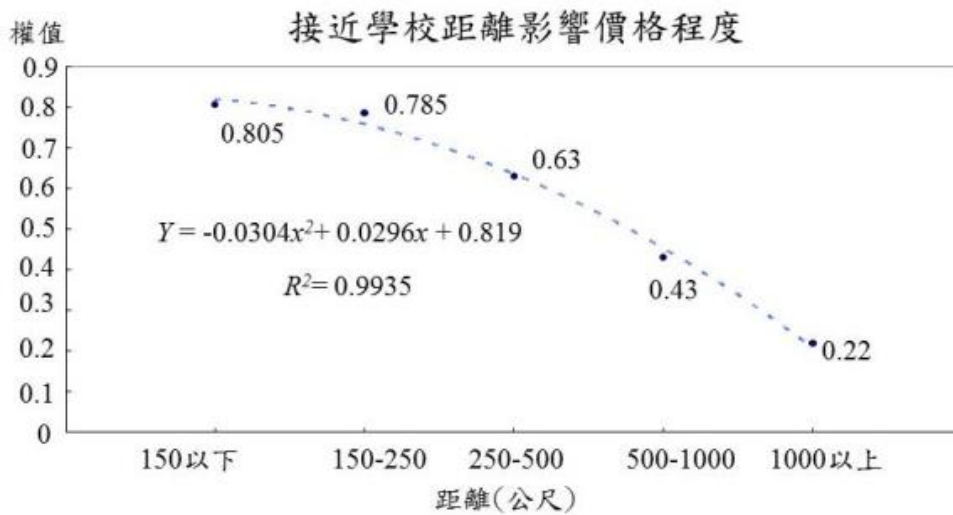


圖四 道路寬度影響價格程度

2. 接近學校程度：



由 U_L 及 U_R 計算出的 U_T 介於 0.22 至 0.805 之間，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。將 U_T 以迴歸分析計算，得出 $R^2=0.9935$ ，其權值函數 $y=-0.0304x^2+0.0296x+0.819$ (圖五)。

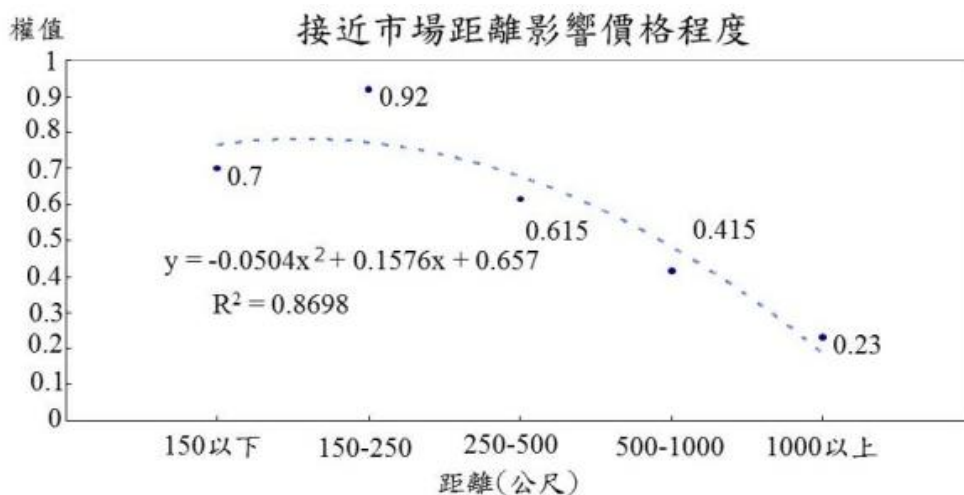


圖五 距離學校影響價格程度

3. 接近市場程度：

由 U_L 及 U_R 計算出的 U_T 介於 0.23 至 0.92 之間，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。將 U_T 以迴歸分析計算，得出 $R^2=0.8698$ ，其權值函數 $y=-0.0504x^2+0.1576x+0.8698$ (圖六)。

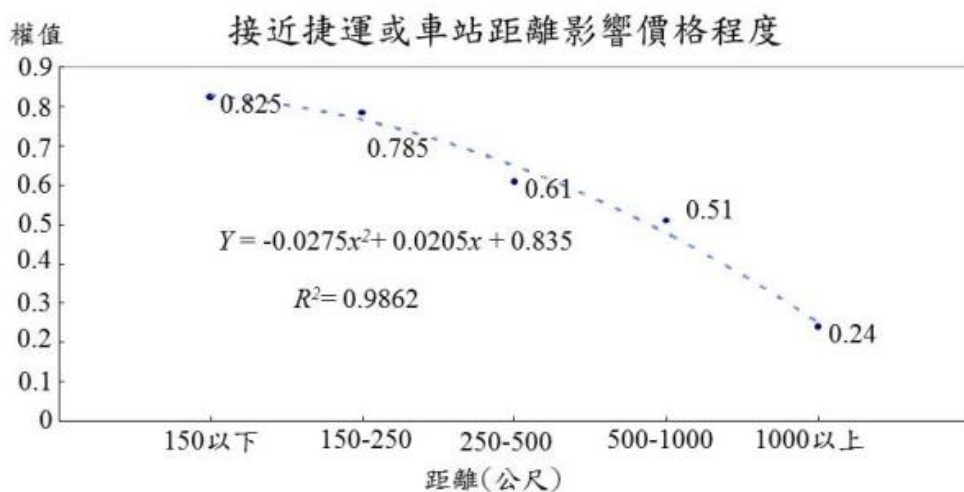




圖六 距離市場影響價格程度

4.接近捷運或車站程度：

由 U_L 及 U_R 計算出的 U_T 介於 0.24 至 0.825 之間，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 分鐘內(250 公尺內)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。將 U_T 以迴歸分析計算，得出 $R^2=0.9862$ ，其權值函數 $y=-0.0275x^2+0.0205x+0.835$ (圖七)。

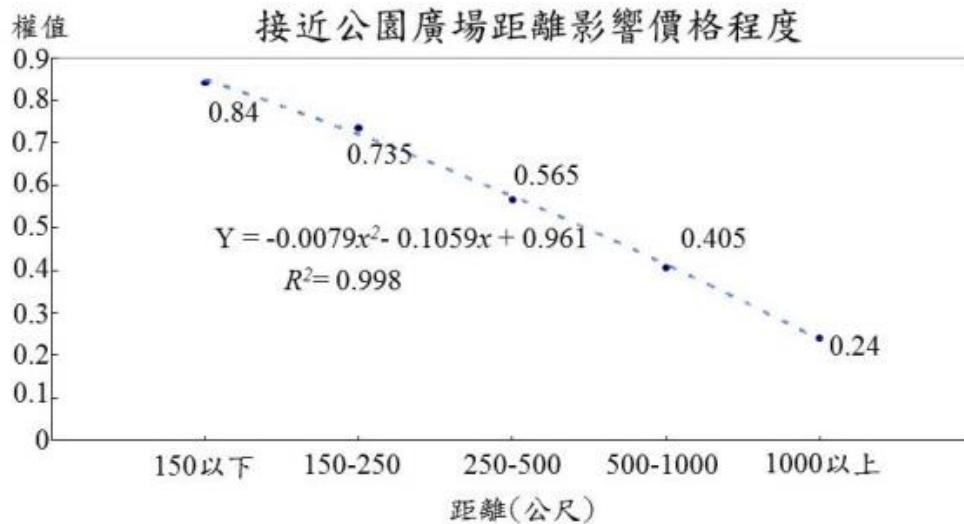


圖七 距離捷運或車站影響價格程度

5.接近公園廣場程度：

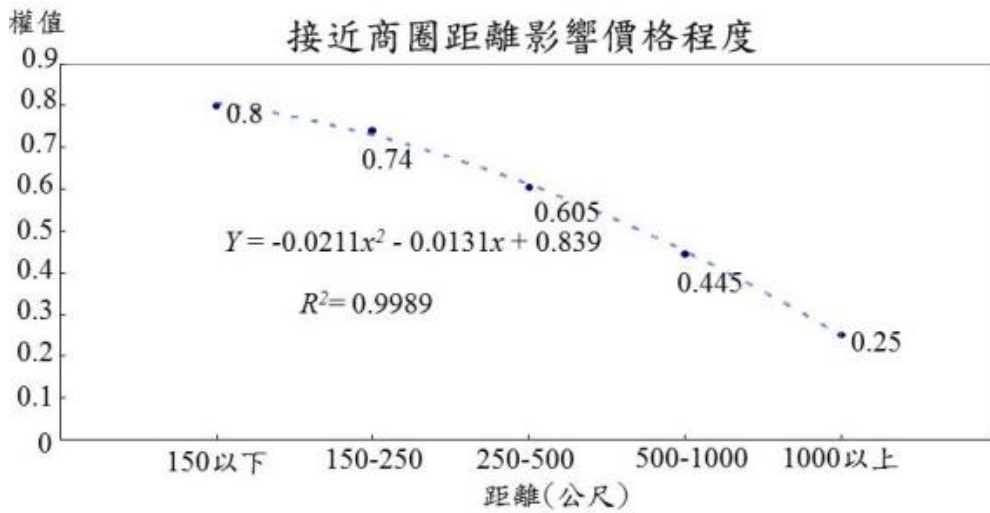


由 U_L 及 U_R 計算出的 U_T 介於 0.24 至 0.84 之間，距離公園廣場步行在 3 分鐘以內(150 公尺以內)之模糊總評分數 0.84 為最高，距離公園廣場在 20 分鐘以上之模糊總評分數 0.24 為最低。接近公園廣場程度的模糊權值依距離的近遠而遞減，而在步行 5 分鐘內(250 公尺以內)差距較小，步行 5 分鐘以上的模糊權重逐漸降低。將 U_T 以迴歸分析計算，得出 $R^2=0.998$ ，其權值函數 $y=-0.0079x^2+0.105x+0.961$ (圖八)。



6. 接近商圈程度：

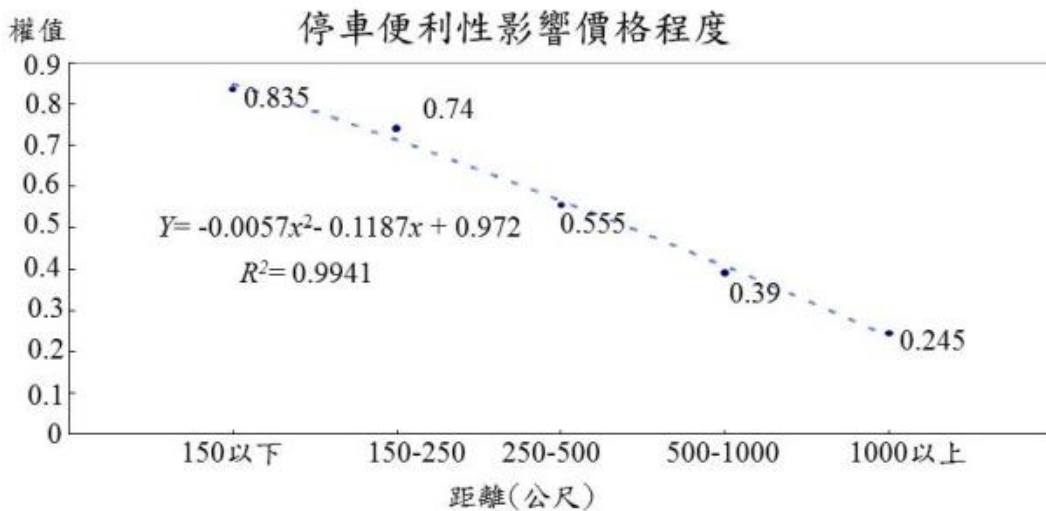
由 U_L 及 U_R 計算出的 U_T 介於 0.25 至 0.8 之間，距離商圈步行在 3 分鐘以內(150 公尺以內)之模糊總評分數 0.8 為最高，距離商圈在 20 分鐘以上之模糊總評分數 0.25 為最低。接近商圈程度的模糊權值依距離的遠近而遞減，在步行 5 分鐘內(250 公尺以內)差距較小，步行 5 分鐘以上(250 公尺以上)，其模糊權值逐漸減少。將 U_T 以迴歸分析計算，得出 $R^2=0.9989$ ，其權值函數 $y=-0.0211x^2-0.0131x+0.839$ (圖九)。



圖九 距離商圈影響價格程度

7. 停車方便性：

由 U_L 及 U_R 計算出的 U_T 介於 0.245 至 0.835 之間，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。將 U_T 以迴歸分析計算，得出 $R^2=0.9941$ ，其權值函數 $y=-0.0057x^2-0.1187x+0.972$ (圖十)。



圖十 迴歸分析計算停車影響價格程度

(三) 小結





將影響價格因子的模糊評判值進行迴歸分析，計算出的權值函數及 R^2 值， R^2 值有系統地將資料中的單一觀測值移除並估計迴歸模型之後所得之一種修飾 R^2 值，並且決定了模型預測移除觀測值能力的好壞，當模型的預測 R^2 值越大，則模型預測能力越好。本研究計算出 R^2 值均在 86% 以上，則表示其權值函數的模型預測能力越好。

五、成果分析與驗證

(一) 建模結果

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，再依程度不同建立 Range[0, 1] 的權值，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)。

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。本研究選出兩個案例來進行驗證，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。

(二) 成果驗證

以學校為例，再以 Intersect 交集功能，或 Select by Location 選出所需條件的樣本數，將 Intersect 後的 dbf 檔以 Excel 加以排序計算得知交易量及交易價格 v_i ，加以計算平均值 \bar{v} ，作為估價模組的驗證。並計算其最或是值(平均值)標準誤差 $\sigma_{\bar{v}}$ 。

$$\sigma_{\bar{v}} = \sqrt{[v_i - \bar{v}]^2 / (n - 1)} \quad (2)$$

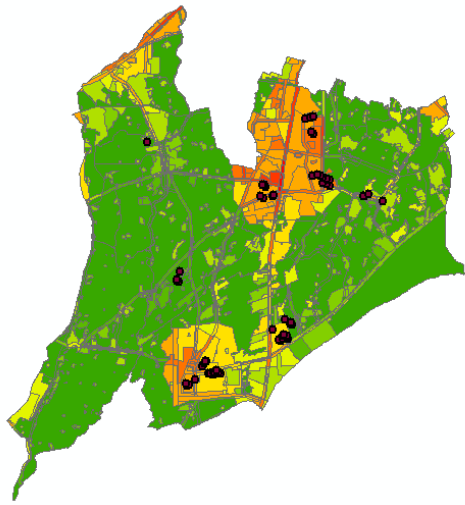
模擬案例一

本研究首先以地理資訊系統進行環域分析，以選取臨道路 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)之條件下，所成交樣本數為 126 筆(圖十一)，成交行情落在 13.2 至 17.8 萬之間，在 15~16 萬之間，有 86 筆成交，成交量占 68%，其平均成交單價為 15.75 萬/坪，依公式 5.1 計算出最或是值標準誤差為 ± 0.72 萬

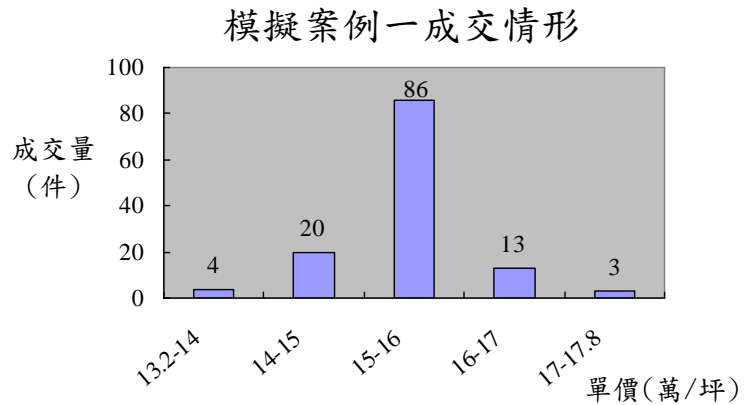




(圖十二)。



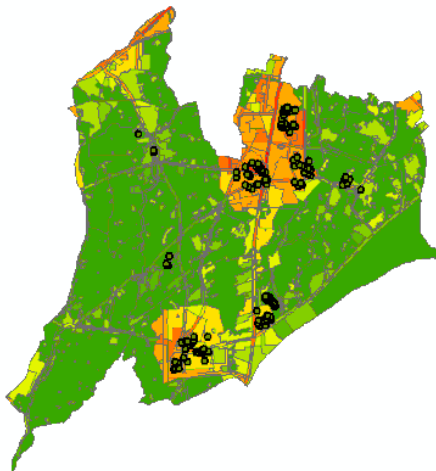
圖十一 模擬案例一交易分布情形



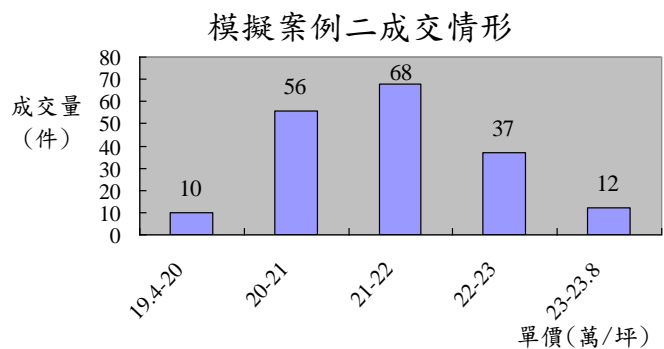
圖十二 模擬案例一的成交價格分布情形

模擬案例二

以地理資訊系統選取進行環域分析，以臨道路 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(圖十三)，成交行情落在 19.4 至 23.8 萬之間(圖十四)，成交量最高位於 21~22 萬之間，其次為 20~21 萬之間，價格平均成交單價為 21.40 萬/坪，計算出最或是值標準誤差為±1.02 萬。



圖十三 模擬案例二交易分布情形



圖十四 模擬案例二的成交價格分布情形

六、結語

人們在考慮事情時的思維邏輯往往都具有模糊語意，因此不能僅以單一的主觀意識或經驗進行判斷，會同時考量許多層面的綜合評估。本研究利用模糊理論完成八德市不動產的估



價建模。為了解研究區影響不動產價格因素的權重。選定「面臨道路寬度」、「接近學校之程度」、「接近市場之程度」、「接近公園廣場之程度」、「接近車站之程度」、「接近商圈之程度」、「停車方便性」及「其他影響地價因素」等 8 項因子，透過問卷調查方式，獲得該區影響不動產的模糊評判值及其權重，綜整各項影響不動產價格因子並建模以獲得八德市區域不動產的估價值。最後，蒐集內政部實價登錄資料為真值，進行成果分析驗證。

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，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，讓購屋者更多考量，以增加估算價格的精度。





參考文獻

- [1]周天穎，2008，“地理資訊系統理論實務”，台北：儒林圖書有限公司。
- [2]陳啟南，2001，“網際網路地圖資料供應系統建立之研究”，碩士論文，國防大學中正理工學院軍事工程研究所，桃園，97 頁。
- [3]郭仁宗，2001，“空間分析 Spacial Analysis”，北京：高等教育出版社。
- [4]劉威麟，1997，“地理資訊系統簡介”，中央研究院計算中心通訊第 13 卷第 25 期。
- [5] Chen, S. J. and Hwang, C. L., 1992, “Fuzzy Multiple Attribute Decision Marketing: Method and Application,” Springer-Verlag, Germany, pp.465-486.
- [6] Constantin V. Negoita Dan Ralescu, 1987, “Simulation Knowledge-Based Computing, and Fuzzy Statistics” ,
- [7] Dubois, D. and Prade H., 1978, “Operations on fuzzy numbers,” Int. J. Systems Sci., 9, pp.613-626.
- [8] L. A Zadeh, 1965, “Information and Control ” , Fuzzy Sets, Vol.8, pp.338-353.
- [9]全國法規資料庫，2014，網址 <http://law.moj.gov.tw/>。

