

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

線性結構關係與類神經網路在消費者行為意向研究之應用
與比較－以國道客運旅客為例

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC91-2416-H-009-006-

執行期間：91年08月01日至92年07月31日

執行單位：國立交通大學運輸科技與管理學系

計畫主持人：任維廉

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 92 年 8 月 4 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 ☒ 成果報告 ☐ 期中報告

中進度
報告

線性結構關係與類神經網路在消費者行為意向研究之
應用與比較－以國道客運業為例

計畫類別：☒ 個別型計畫 ☐ 整合型計畫

計畫編號：NSC－91－2416－009－006－

執行期間：2002 年 8 月 1 日至 2003 年 7 月 31 日

計畫主持人：任維廉

共同主持人：

計畫參與人員：胡凱傑、呂堂榮、林俊宏

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)：☒ 精簡報告 ☐ 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

☐ 赴國外出差或研習心得報告一份

☐ 赴大陸地區出差或研習心得報告一份

☐ 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

☐ 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢
☐涉及專利或其他智慧財產權，☐一年☐二年後可公開查詢

執行單位：國立交通大學運輸科技與管理學系

中 華 民 國 92 年 7 月 31 日

線性結構關係與類神經網路在消費者行為意向研究之應用
與比較

—以國道客運業為例

**Application and Comparison of LISREL and Neural
Network Modeling in Consumer Behavioral Intentions
Research:**

Case of Intercity Bus Service

計畫編號：NSC 91-2416-H-009-006

執行期限：91 年 8 月 1 日至 92 年 7 月 31 日

主持人：任維廉 國立交通大學運輸科技與管理學系

摘要

在探討影響消費者行為意向的研究領域，因果模式為研究者最常使用的方法。為了解釋潛在變數與外顯變數之關的關係，研究者建立一因果關係架構，並對模式進行適配檢定與參數估計。而線性結構關係與類神經網路便為近來研究者較常使用的分析方法。為瞭解線性結構關係與類神經網路在理論與應用上的差異，以使研究者能在適當的情形下運用正確的方法，本研究比較線性結構關係與類神經網路兩種方法在因果模式之應用，並以國道客運旅客行為意向為例進行實證分析，針對其方法應用與結果分析方面進行比較，最後提出結論與建議。

關鍵詞：線性結構關係，類神經網路，消費者行為意向，國道客運

Abstract

Casual model is one of the most powerful instruments in consumer behavioral intentions research. Researchers describe and explain interrelationship between latent variables and manifest variables by structural modeling approach. LISREL and neural networks have recently become the popular method to perform structural equation modeling. To recognize the differences between LISREL and neural networks

methods and to realize their usability in consumer behavioral intentions research, this research applied these two methods to travelers' behavioral intentions of intercity bus on national freeway. This research also discussed and compared the methodology, data processing procedures, and results of two methods. At last, we proposed our conclusions and suggestions based on our study results.

Keywords: LISREL, Neural Networks, Consumer Behavioral Intentions, Intercity Bus

一、前言

消費者行為是一門科際整合的學科(multidisciplinary)，因此這方面研究的成長與活躍程度和其他行為科學有關。其中，行為意向較態度、信念及感覺更接近實際行為。因此，要預測行為，行為意向的衡量應能較準確預測消費者未來的行為。在探討影響消費者行為意向的研究領域，因果模式為研究者較常使用的方法(Davies *et al.*, 1999)。而線性結構關係(Linear Structural Relations, LISREL)與類神經網路(Neural Networks, NN)便為近來研究者較常使用的分析方法。LISREL 主要係基於理論基礎進行實證分析。其利用共變異矩陣資料解釋變數間的關係，並運用最大概似法估計參數。NN 則是模仿生物神經網路的資訊處理系統，使用大量簡單的相連人工神經元來模仿生物神經網路的能力。其經由一連串對網路樣本的學習程序，獲得對結果認知的「知識」。LISREL 雖然可以驗證研究者所欲探討之因果關係，但卻無法處理質化或類別變數，且使用資料需符合多變量常態假設。而 NN 雖可以在理論不明確情況下，處理變數間的未知關係，但由於其處理單元間不需要基本連結關係假設，反而失去結構模式用於驗證理論關係的意義。為瞭解 LISREL 與 NN 在理論與應用上的差異，以使研究者能在適當的情形下運用正確的方法，有必要對此兩種方法在行為意向上之應用作深入的探討與比較。

二、研究目的

為瞭解 LISREL 與 NN 在理論與應用上的差異，以使研究者能在適當的情形下選擇合適的研究方法，本研究將比較 LISREL 與 NN 兩種方法在因果模式之應用，並以國道客運旅客行為意向為例進行實證分析。首先，針對 LISREL 與 NN 方法分別進行相關文獻回顧，並探討兩種方法在方法論上之差異與基本理論之前提假設，以及過去在消費者行為意向研究方面被應用之情形。其次，分別針對 LISREL 與 NN 進行模式建構與分析，並對研究結果進行對照分析。最後則提出有關兩種方法適用在應用上之條件與情境之討論與建議。

三、文獻探討

過去在消費者行為意向方面的文獻，已經有許多研究應用 LISREL 進行結構模式之分析(如：Oliver, 1981; Ping, 1993; Ruyter *et al.*, 1997; Li, 1997; Swait *et al.*, 1997; Chapman & Wahlers, 1999; Williams, 1999; Swait & Sweeney, 2000; Montfort *et al.*, 2000)。國內亦有相當多的相關研究採用 LISREL 作為模式驗證的工具，如：黃恆獎與李佳璋(民 86)、曹勝雄與林慧玲(民 87)、施坤壽等(民 89)、呂鴻德等(民 89)等。顯示在消費者行為意向的研究領域裡，LISREL 已普遍受到許多學者的應用分析。

而 NN 在行銷方面的研究也逐漸被研究者接受。依據 Krycha & Wanger(1999) 所述，在行銷科學領域研究中，NN 的應用包含了行銷、財務、生產、以及方法論四個方面(如：Dasgupta *et al.*, 1994; Gaul *et al.*, 1994; Heimel, 1994; Moutinho *et al.*, 1996; Bentz & Merunka, 2000; Hackl & Westlund, 2000)。國內亦有部分相關研究應用 NN 進行行為意向方面之分析，如：潘平定(民 86)、黃瓊慧(民 87)、施學琦等(民 88)、張淑昭、林文寶(民 90)等。

雖然 LISREL 與 NN 均能對結構方程式模式進行分析，但在應用的前提假設與方法上卻有些差異。依據 Davies *et al.* (1999)所述，LISREL 源自於心理學與計量經濟(psychology and econometrics)，而 NN 則源自生理學與心理學(physiology and psychology)。LISREL 必須要有良好的統計基礎以及矩陣代數運算，而 NN 則必須清楚的瞭解該方法的進行步驟，以及隱藏層和學習程序的設計。兩者目前均有適當的軟體可使用：LISREL、SAS、SPSS 均可進行 LISREL 計算；NeuralWorks、Neuroshell、Statistica 系列之 Neural Networks 等皆可直接進行類神經運算，甚或運用 Matlab、Delphi 科學程式亦可自行撰寫所需程式。不過在計算過程中，LISREL 係由研究者清楚架構好模式中各變數之間的因果關係；NN 則主要是區分各個隱藏層，而變數之間並不一定要有明確的獨立或相依關係。此外，LISREL 主要是目的在檢定資料是否符合理論模式架構，而 NN 卻是透過一組資料的學習演算，推算出變數間的權重值，再透過另一組資料帶入以計算辨識的正確率。

四、研究方法

本研究採用 LISREL 與倒傳遞類神經網路方法進行分析，說明如後。

4.1 LISREL

在結構方程式中，包含了兩大類變數：觀察變數(observed variable)與潛在變數(latent variable)。LISREL 理論架構係由兩個部分模式所構成：第一是「結構公式模式」(structural equation model)和測量模式(measurement model)。

(一) 結構公式模式

社會行為科學所處理的變項通常為非觀察變數或潛在變數，所謂結構公式模式便是描述潛在變項與潛在變項之間的因果關係的模式(林清山，民 73)。模式中假定為「因」的變數稱為「潛在自變數(latent independent variables)」或「潛在外生變數(latent exogenous variables)」，在模式中用 ξ 表示；被假定為「果」的變數稱為「潛在依變數(latent dependent variables)」或「潛在內生變數(latent endogenous variables)」，模式中用 η 表示。基本公式為：

$$\underset{(m \times n)}{B} \underset{(n \times 1)}{y} = \underset{(m \times n)}{\Gamma} \underset{(n \times 1)}{\xi} + \underset{(m \times 1)}{\zeta}$$

B 是潛在依變數對潛在依變數的影響效果矩陣； Γ 是潛在自變數對潛在依變數的影響效果矩陣； ζ 則是此一結構公式的殘餘誤差向量。在此個變數假定是以離均差分數(deviation scores)表示之，亦即平均數為 0；又 ζ 與 ξ 沒有相關；且 B 為非特異(non-singular)矩陣。

(二) 測量模式

測量模式是用來說明非觀察變數與觀察變數(observed variables)之間的關係，亦即說明潛在變數與外顯變數(manifest variables)之間關係的模式(林清山，民 73)。測量模式包含兩個公式：

$$\begin{aligned} Y &= \Lambda_Y \mathcal{Y} + V \\ &\quad \begin{matrix} (p \times 1) & (p \times m) & (m \times 1) & (p \times 1) \end{matrix} \\ X &= \Lambda_X \zeta + U \\ &\quad \begin{matrix} (q \times 1) & (q \times n) & (n \times 1) & (q \times 1) \end{matrix} \end{aligned}$$

X 為 q 個觀察自變數所構成的向量；Y 是 p 個觀察依變數所構成的向量。兩者均使用離均差為測量分數。ΛX 是 X 對潛在自變數 ξ 的係數矩陣；ΛY 是 Y 對潛在依變數 η 的係數矩陣，他們均相當於迴歸分析中的迴歸係數。δ 為 X 的測量誤差，ε 為 Y 的測量誤差，測量誤差與 η、ξ 或 ζ 無相關，但他們自己可以有相關。理論上，由 $Z' = (X', Y')$ 所求得的「變數互變異矩陣(variance-covariance matrix)」Σ 應為：

$$\Sigma_{(p+q) \times (p+q)} = \begin{bmatrix} \Lambda_Y (B^{-1} \Gamma \Phi \Gamma' B^{-1} + B^{-1} \Psi B^{-1}) \Lambda_Y' + \Theta_V & \Lambda_Y B^{-1} \Gamma \Phi \Lambda_X' \\ \Lambda_X \Phi \Gamma' B^{-1} \Lambda_Y' & \Lambda_X \Phi \Lambda_X' + \Theta_U \end{bmatrix}$$

Jöreskog 發展出的 LISREL 係利用最大概似法(maximum-likelihood)估計參數，此與一般徑路分析使用的最小平方方法(least squares)是不同的。在 LISREL 中以最大概似法估計母數的方法，主要係將依據模式所推出之變異互變異矩陣 Σ，與根據樣本資料所計算的變異互變異矩陣 S 作適合度比較。所用的計算方法採 Fletcher & Powell (1963)的疊代法來求下列公式的最小值：

$$F = \log|\Sigma| + \text{tr}(\Sigma^{-1}S) - \log|S| + (p+q)$$

在以疊代法進行為分時，電腦將根據使用者之起始值(starting point)開始疊代，直到 F 收斂(converge)為最小值為止。這時就可以求得 Σ 與 S 的適合度(goodness of fit)檢定，並報告卡方值(chi-square)與其自由度。若卡方值顯著，則表示樣本資料的 S 與模式架構的 Σ 有顯著的差異，意即研究者所提之理論模式並不適合實際的觀察資料。

4.2 倒傳遞類神經網路(back propagation neural networks, BPN)

BPN 是目前 NN 中最具代表性，應用實務最為普遍的模式。它是一種監督式學習網路，適合用於分類、預測、資料壓縮與雜訊過濾等應用。倒傳遞網路基本架構包含輸入層、隱藏層與輸出層。每一層網路，是由數個神經元所組成。每一個神經元的輸出，都經由上一層之神經元乘上其相對應的連接權重值(weight)再加總而成，成為下一層神經元之淨輸入，淨輸入值再透過激發函數的計算產生輸出訊號。在此我們將選擇雙彎曲函數(sigmoid function)，必且推導 NN 的演算流程。在推導過程當中，隱藏層數為一層，輸入神經元有 n_I 個、隱藏層神經元有 n_H 個、輸出神經元有 n_O 個。

輸入層：

$x_{pi} \quad i=1, 2, \dots, n_I$ ，其中， x_{pi} 為訓練範例 p(pth pattern)第 i 個輸入層節點。

隱藏層：

$$net_{ph} = \sum_{i=1}^{n_I} w_{hi} \times x_{pi} + \theta_h$$

$$H_{ph} = f(net_{ph}) \quad h=1, 2, \dots, n_H$$

其中， H_{ph} 為第 h 個隱藏層輸出， net_{ph} 為第 h 個隱藏層節點淨輸入值， θ_h 為第 h 個隱藏層節點的偏權值， w_{hi} 是第 h 個隱藏層節點對第 i 個輸入層節點的鏈結權重值， $f(net_{ph})$ 為網路之激發函數。

輸出層：

$$y_{pk} = f(net_{pk}) \quad k=1, 2, \dots, n_O$$

$$net_{pk} = \sum_{i=1}^{n_o} w_{kh} \times H_{ph} + \theta_k$$

其中， y_{pk} 為第 k 個輸出層節點輸出， net_{pk} 為第 k 個輸出節點的淨輸入值， θ_k 為第 k 個隱藏層節點的偏權值， w_{kh} 是第 k 個隱藏層節點對第 h 個輸入層節點的鏈結權重值， $f(net_{pk})$ 為網路之激發函數。

倒傳遞網路是以調整連接權重值和節點偏權值來達到誤差參數的收斂，其基本原理是採用最陡坡降法，方式為將所有的訓練範例輸入後，取得網路輸出值，然後與訓練範例的目標值比較其誤差，再將此一誤差值應用最陡坡降法將誤差值所計算出來的修正值傳回各層，調整各層間的連接權重值和節點偏權值，直到網路輸出值和目標值的誤差低於一個可以容忍的範圍，如此便可以算是訓練完成。

誤差函數 E(Error Function)：

$$E_p = \frac{1}{2} \sum_k (t_{pk} - y_{pk})^2 \quad E = \sum_p E_p$$

其中， E_p 為各訓練範例誤差， E 為所有訓練範例之總輸出誤差， t_{pk} 為第 k 個輸出層節點的目標值， k 為輸出節點數，而 p 為訓練範例的個數。為了要降低誤差函數 E ，可經由節點與節點之間之連結權重值來達成，即：

$$E(W + \Delta W) < E(W)$$

其中， ΔW 為節點與節點之間的連結權重值修正量，故對誤差函數作二個節點之間的鏈結權重值與節點偏權值的偏微分。

$$\Delta w_{kh} = -y \frac{\partial E}{\partial w_{kh}} = y \times u_k \times H_{ph}$$

$$\Delta \theta_k = -y \frac{\partial E}{\partial \theta_k} = -y \times u_k$$

在此定義 δ_k 為：

$$u_k = y_{pk} \times (1 - y_{pk}) \times (t_{pk} - y_{pk})$$

相同的，從隱藏層到輸入層，將成本函數對此層的連結權重值的偏微分為：

$$\Delta w_{hi} = -y \frac{\partial E}{\partial w_{hi}} = y \times u_h \times H_{pi}$$

$$\Delta \theta_h = -y \frac{\partial E}{\partial \theta_h} = -y \times u_h$$

在此定義 δ_h 為：

$$u_h = H_{ph} \times (1 - H_{ph}) \times \sum_k w_{kh} u_k$$

在得到節點與節點之間的權重值的修正量後，便可代入修正公式

$$\Delta w(m) = -\eta \left(\frac{\partial E(m)}{\partial w} \right) + \beta \cdot \Delta w(m-1)$$

$$\Delta \theta(m) = -\eta \left(\frac{\partial E(m)}{\partial \theta} \right) + \beta \cdot \Delta \theta(m-1)$$

其中， i 、 h 與 k 為輸入層、隱藏層與輸出層節點數， η 為學習速率，表示控制每次以坡度遞降法最小化誤差函數的調幅， β 為動量係數(momentum coefficient)，而 m 為網路訓練過程的訓練次數。

五、結果與討論

5.1 模式構建與變數衡量

本研究主要採用 Cronin *et al.* (2000) 建立的模式為本研究之消費者行為意向模式架構作為分析模式。其中，服務價值會受服務代價與服務品質的影響，顧客的滿意度會受服務品質與服務價值所影響，而消費者行為意向會受服務品質、服務價值、滿意度所影響。各潛在變數均有 3 個以上之衡量變數。問項均以正向敘述，並採李克特 5 點尺度，以詢問使用者對該敘述的同意程度。詳細問項如表 1 所示。

表 1 研究變數

潛在變數	衡量變數	
行為意向	V1	下次願意再次搭乘國道客運
	V2	願意將國道客運推薦給其他人
	V3	若可重新選擇，願意再次透搭乘國道客運
服務價值	V4	認為國道客運所提供的服務是有價值的
	V5	在此價格下，國道客運提供的服務水準是可以接受的
	V6	認為搭乘本客運，比搭乘其他客運值得
滿意度	V7	搭乘國道客運讓我覺得有趣
	V8	搭乘國道客運讓我覺得愉快
	V9	搭乘國道客運讓我覺得驚喜
	V10	搭乘國道客運讓我覺得憤怒
	V11	搭乘國道客運讓我覺得羞愧
	V12	國道客運的整體服務讓我覺得滿意
服務代價	V13	乘客搭乘國道客運所花費的費用
	V14	乘客抵達候車站所花費的時間
	V15	乘客在候車站等待車輛出發的時間
	V16	乘客在車內的行駛時間
服務品質	V17	乘客互動，包含 6 個問項
	V18	有形服務設備，包含 6 個問項
	V19	服務提供便利性，包含 5 個問項
	V20	管理營運支援，包含 3 個問項

5.2 資料蒐集

本研究將以國道客運業為調查實例，並選取台中-高雄線、台北-台南線代表中程與長程的代表。調查方式係由調查員到各起迄點車站發放問卷，讓受訪者以郵寄的方式寄回。本研究共發放了 5503 份問卷，在扣除無效問卷後，共獲得有效問卷回收數 1097 份，有效回收率 20%。其中，乘客以男性稍多(52%)，年齡集中在 20~29 歲(62%)，職業以學生與上班族為主(44%，29%)，平均月所得在 1 萬元以下(55%)，教育程度多為大專生(68%)，搭乘次數一季以 2~4 次與 5 次以上居多(42%，41%)，旅次目的多為返鄉(47%)。

5.3 LISREL 模式之結果與分析

本研究以 SAS 軟體的 CALIS PRC 進行分析，並採用 Anderson and Gerbing (1988) 所提出的「兩階段分析法」來分析所構建的模式：首先進行確認性因素分析(confirmatory factor analysis, CFA)，驗證衡量模式的適配度，以確認衡量變數能充分的被潛在變數解釋；其次進行路徑分析(path analysis)，驗證結構模式適配

度。分析結果如表 2 所示。初始衡量模式的各項適配標結果不盡理想，因此必須進行修正。在刪除 V11 與 V12 兩個變數之後，各項適配指標的結果顯著變好。而根據這樣的衡量模式，進行路徑分析的結果，在模式適配上亦相當好。各項變數之間的因果關係皆顯著的存在，且 R^2 皆大於 0.5。模式結果如圖 1。

表 2 LISREL 各階段模式適配結果

	χ^2	df	χ^2/df	CFI	GFI	AGFI	RMR	NFI	NNFI
CFA：初始衡量模式	1905.65	160	11.91	0.86	0.86	0.81	0.07	0.85	0.83
CFA：刪 V11 修正模式	902.98	142	6.36	0.93	0.91	0.86	0.05	0.92	0.92
CFA：刪 V12 修正模式	745.57	125	5.96	0.94	0.93	0.90	0.05	0.93	0.92
路徑分析：結構模式	746.68	127	5.88	0.94	0.93	0.90	0.05	0.93	0.93

註：樣本數 1097。GFI=goodness of fit index; AGFI=GFI adjusted for degrees of freedom; RMR=root mean square residual; NFI=normed-fit index; NNFI=non-normed-fit index; CFI=Bentler's fit index。

整體來說，修正後衡量模式之適配指標皆已達可接受的範圍內，模式之混和信度與變異萃取估計量結果亦屬良好。而根據路徑分析結果顯示，所有路徑係數均達統計顯著水準 0.01，且適配指標均相當高，顯示模式適配程度很好。此外，由分析結果可知，乘客行為意向受到服務品質、滿意度與服務價值正向且顯著的影響，其中服務價值影響較大。服務價值受到服務代價負向的影響，以及服務品質正向的影響。滿意度則受到服務品質與服務價值正向的影響，其中服務價值之影響較大。

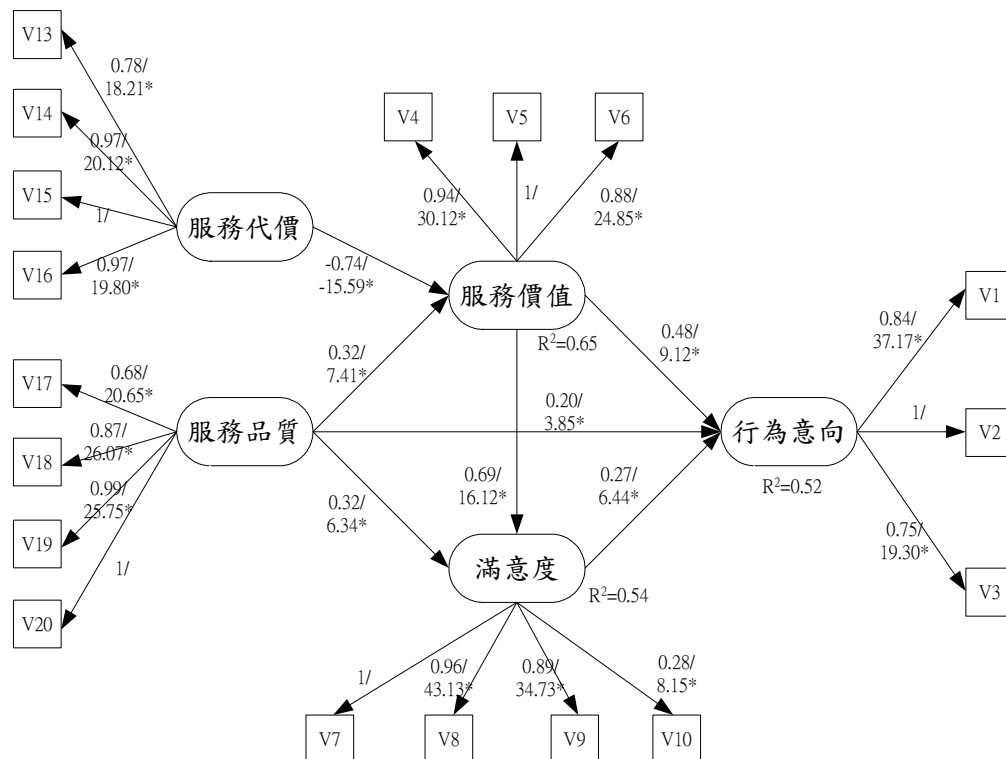


圖 1 LISREL 模式之結果

註：*表示 t 檢定顯著水準 $p < 0.01$ 。

5.4 BPN 模式之結果與分析

本次研究所分析之架構共包含 4 層。輸入層有 8 個 nodes，分別為服務代價的 4 個衡量變數與服務品質的 4 個衡量變數，第一隱藏層有 2 個 nodes，分別代表服務代價與服務品質，第二隱藏層有 2 個 nodes，分別代表服務價值與滿意度，輸出層則包含 3 個 nodes，分別為消費者行為意向的 3 個衡量變數。為瞭解 BPN 在網路架構上的可調整性，本研究採用兩種網路架構進行分析：第一種為一般研

究者常使用之「全連式網路」(如圖 2)，以表示對潛在變數間關係模糊不清的狀態；第二種為已知潛在變數與假設關係下所設計的「非全連式網路」(如圖 3)，以表示已知結構模式的狀態。

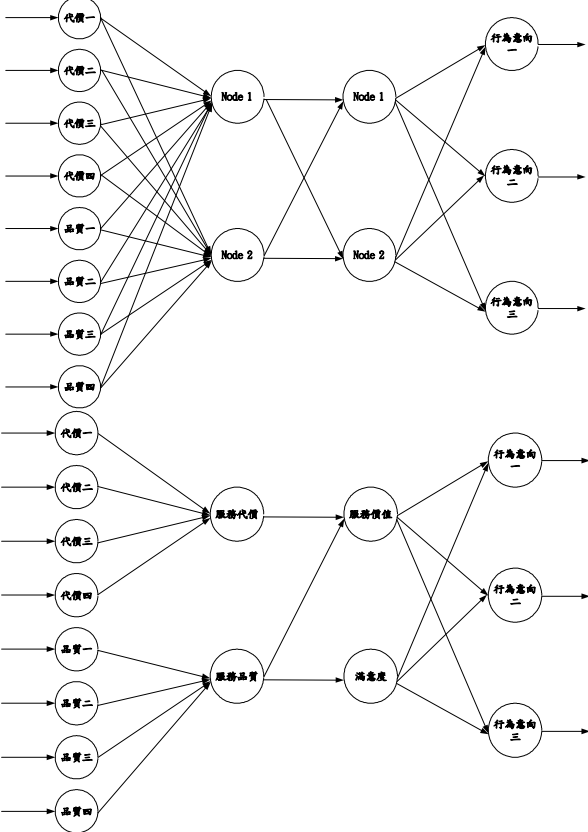


圖 2 BPN 模式架構一

圖 3 BPN 模式架構二

本研究所使用之軟體為 QNET，learning rate 為 0.001、momentum 為 0.8、iterations 為 50000 次，訓練部分採用前 797 個樣本、測試部分採用後續 300 個樣本。經由訓練與測試收斂之結果如表 3 所示。兩模式的 RMS、Correlation 與 R-square 的結果差不多，顯示兩個模式的預測效果相近。

表 3 BPN 模式之分析結果

架構一					架構二				
訓練資料：					訓練資料：				
輸出節點	Std.	Bias	Corr.	R^2	輸出節點	Std.	Bias	Corr.	R^2
1	0.72389	0.00026	0.55503	0.30805	1	0.72491	0.00006	0.55329	0.30613
2	0.80497	-0.00017	0.57955	0.33587	2	0.80990	-0.00070	0.57250	0.32776
3	1.18426	-0.00074	0.36756	0.13510	3	1.19701	-0.00098	0.34112	0.11636
整體網路	RMS=0.162		Corr.=0.621		整體網路	RMS=0.163		Corr.=0.613	
	$R^2=0.386$					$R^2=0.376$			
測試資料：					測試資料：				
輸出節點	Std.	Bias	Corr.	R^2	輸出節點	Std.	Bias	Corr.	R^2
1	0.84685	0.05788	0.41482	0.17207	1	0.83867	0.04867	0.42074	0.17702
2	0.91481	0.07464	0.45227	0.20455	2	0.90700	0.06932	0.45340	0.20557
3	1.22091	0.07422	0.24615	0.06059	3	1.21855	0.05153	0.23389	0.05470
整體網路	RMS=0.176		Corr.=0.533		整體網路	RMS=0.175		Corr.=0.536	
	$R^2=0.284$					$R^2=0.287$			

QNET 分析結果提供亦各節點間的權重值，表 4 彙整架構一、架構二下各層節點間的權重值。在架構一部分，品質一為影響第一隱藏層 Node1 最主要的因

素；代價四(乘客在車上的旅行時間)為影響第一隱藏層 Node2 最主要的因素；第一隱藏層 Node1 為影響第二隱藏層 Node1 最主要的因素；第一隱藏層 Node2 為影響第二隱藏層 Node2 最主要的因素；第二隱藏層 Node2 為影響消費者行為意向主要因素。而在架構二部分，代價四為影響服務代價最主要的因素；品質一為影響服務品質最主要的因素；服務品質影響服務價值的效果較大；服務品質為影響滿意度的主要因素；服務價值為影響行為意向一、二、三的主要因素。

表 4 BPN 模式之網路權重值

架構一			架構二		
影響層級	路徑	權重值	影響層級	路徑	權重值
第二層 (第一隱藏層)	代價一 ---> Node 1	-0.5057	第二層 (第一隱藏層)	代價一 ---> 服務代價	0.1775
	代價二 ---> Node 1	-0.7986		代價二 ---> 服務代價	0.5573
	代價三 ---> Node 1	0.1138		代價三 ---> 服務代價	0.0617
	代價四 ---> Node 1	-1.6609		代價四 ---> 服務代價	1.4047
	品質一 ---> Node 1	2.6475		品質一 ---> 服務品質	1.3362
	品質二 ---> Node 1	0.1804		品質二 ---> 服務品質	0.8264
	品質三 ---> Node 1	0.6970		品質三 ---> 服務品質	0.2502
	品質四 ---> Node 1	2.5637		品質四 ---> 服務品質	0.6638
	代價一 ---> Node 2	-0.4913	第三層 (第二隱藏層)	服務代價 ---> 服務價值	-3.2317
	代價二 ---> Node 2	0.6441		服務品質 ---> 服務價值	3.2751
	代價三 ---> Node 2	0.1478		服務品質 ---> 滿意度	-2.2570
	代價四 ---> Node 2	3.3314			
	品質一 ---> Node 2	-2.7469	第四層 (輸出層)	服務價值 ---> 行為意向一	4.7526
	品質二 ---> Node 2	-5.9313		滿意度 ---> 行為意向一	-1.6035
	品質三 ---> Node 2	0.8755		服務價值 ---> 行為意向二	5.8503
	品質四 ---> Node 2	0.6007		滿意度 ---> 行為意向二	-0.7085
第三層 (第二隱藏層)	Node 1 ---> Node 1	-3.6816		服務價值 ---> 行為意向三	3.6845
	Node 2 ---> Node 1	0.8677		滿意度 ---> 行為意向三	-1.9164
	Node 1 ---> Node 2	2.6197			
	Node 2 ---> Node 2	-7.0187			

此外，從隱藏層中各節點的被輸入層影響的效果來看，可知第一隱藏層的 Node1 是服務品質，第一隱藏層的 Node2 是服務代價。而第二隱藏層的 Node1 是滿意度；第二隱藏層的 Node2 是服務價值。不論是藉由權重值或影響程度的結果來看一致性很高，因此可知架構一與架構二在隱藏層的節點是相近的。

5.5 分析比較

在 LISREL 部分，由分析結果可知，在已知潛在變數與因果關係之理論下，運用 LISREL 來驗證資料是否能符合理論模式是相當方便的。LISREL 利用衡量變數的相關係數(或共變異)矩陣，即可一併校估出模式中的各項路徑係數與其他參數，並可提供 t 值作為統計顯著分析的依據。且透過許多適配度的評估指標，研究者可以輕易的瞭解模式適配程度的好壞。此外，藉由 LISREL 所校估之路徑係數大小、正負以及顯著與否等相關資訊，研究者可以對於消費者之行為意向作

出合理的解釋。因此，LISREL 在理論背景與概念相當清楚的情況下，對於行為意向研究而言是相當有用的工具。

而在 NN 部分，本研究為探討瞭解網路架構與否會對於行為意向之預測產生差異，故採用兩種相同隱藏層術語節點數、但不同網路結構型態之架構進行分析。分析結果發現兩種網路的預測能力與解釋能力相當一致。亦即採用相同的層數與節點下，網路本身的連結方式對於 NN 的預測能力並沒有很大的影響。因此，若運用 NN 進行行為意向的預測時，相對 LISREL 來說可以較不用處理網路結構型態的問題。而在不知道理論與潛在變數為何的情況下，透過 NN 的不斷學習與訓練，確實能找出潛在的構念變數為何，並且在收斂之後所得到的預測能力也相當的好。

雖然 LISREL 與 NN 兩者均有不錯的解釋能力，但在分析結果的解釋上卻有所差異。例如：LISREL 分析出影響行為意向較大的是服務價值，但 NN 卻顯示滿意度有較高的影響權重。主要原因包括：a. 兩者的關係架構略有不同，以及 b. 輸入變數不同。在網路架構部分，LISREL 中有兩條關係線並未出現在 NN 的網路中，其一為服務價值影響滿意度，另一為服務品質影響行為意向。前者在 NN 中屬於同層之間的連結，後者屬於 NN 中跨層的連結，兩者在一般 BPN 的分析中並不常見，也因此並未在本次研究中作處理。而在輸入變數部分，本研究進行 NN 分析時，並未將 LISREL 模式中潛在內生變數的衡量變數當作輸入層的節點，因此所使用的輸入資料比 LISREL 少了些。儘管如此，NN 的預測能力仍是相當不錯的。建議後續研究可利用較複雜的網路架構來進行分析，或者將所有衡量變數均視為輸入節點來進行分析，以瞭解 NN 與 LISREL 的分析結果是否有其他相同或相異之處。

5.6 討論

綜合來說，LISREL 乃用於在理論導引所建構之理論模式實證研究。在統計上，LISREL 乃是一個有母數方法，而類神經網路則可說是一種無母數方法。較複雜的一群假設，通常可表示成表達構念間的關係的結構模式和表達量測指標和構念間關係的量測模式。雖然許多研究應用 LISREL 這類因果模式探討消費者行為意向，但該方法仍難以呈現交互作用和非線性關係，以及難以處理遺漏資料和質化變數的缺點。而類神經網路的產生是受到心理學和生理學理論的啟發，此方法乃是對於分析的資料，透過學習的機制以獲得資料中所具有的知識，可避免母數統計的相關假設與限制。

類神經網路對於資料的分配型態和量測尺度並沒有限制，類神經網路在網路的學習過程中即會對神經原之間的連結與否進行選擇。這意味著許多 LISREL 模式或許可以轉換成相等的類神經網路結構，進而提供我們各項理論假設的分析結果。

LISREL 和 NN 在方法上的不同點有二：1. LISREL 在建立模式時必須事先訂出各項潛在變數，而 NN 則不必。2. LISREL 模式中，潛在變數和觀察變數之間的箭頭方向與 NN 模式有所不同。總結而言，NN 適用於研究領域尚不清楚的探索性研究，而 LISREL 則適用於已有頗強理論基礎之研究課題。

NN 的目的在於預測，其所建立的結構模式並不能用來做統計推論，但對於資料的要求並不需符合任何分配的假設。另一方面，LISREL 可用來控制量測誤差和干擾項的大小，但其缺點在於對資料的型態有很強烈的假設限制。由此可知，NN 與 LISREL 兩種方法在某種程度上有互補的作用。一方面，由 NN 所獲得的網路結果可提供 LISREL 作為理論驗證之參考；另一方面，LISREL 所驗證

的理論模式，可利用 NN 來分析模式的預測效果。此外，研究者若同時進行 LISREL 與 NN 分析，則可藉由結果的相似或相異來驗證原始觀點或發現矛盾之處，進而拓展研究廣度與深度。因此，建議後續研究行為意向時，可同時進行 LISREL 與 NN 模式分析，以反映研究過程中思考的歸納與演繹。惟欲同時進行兩種方法分析時，研究者需具備對此兩種方法之精確知識，並瞭解兩種方法在應用時所應考慮之限制與條件。本研究彙整文獻與本次分析經驗，將兩種方法之對照比較列於表 5。

表 5 LISREL 和 NN 的比較列表

	LISREL	NN
事前需求	需具備相當良好的統計和計量知識	需具備相當良好的 NN 方法知識
普遍的軟體	LISREL、AMOS、SAS CALIS 等	QNET、NeuralWorks Professional II/PLUS、Statistica Neural Networks 等
電腦運算時間	依求解狀況而定	依網路的規模而定，有些問題需要數小時
輸入資料	相關矩陣或共變異矩陣	原始資料
潛在變數	可設定、需由使用者事先命名	可設定、使用者於分析後命名
模式設定	必須事先就確認各變數之間的連結關係	只需確定要使用的網路型態即可
求解法	ML 等	依學習的演算法而定(本研究使用 BPN)
因果關係型態	可有雙向的因果關係 潛在變數間之關係由研究假設而定	常用的 NN 僅為單向的連結關係 較少出現跨層連結以及層內互連
假設檢定	可	不可
模式配適檢測		
R^2 或 GFI	可	可
RMS	可	可
χ^2	可	否
標準差	可	否
t-value	可	否
適用情況	有很強的理論基礎 理論和資料導向	瞭解較少的問題領域 資料導向
常見問題	矩陣非正定(non-positive definite) 以致無法收斂 不符合多變量常態假設	模式結果可能僅是收斂於 local minima

六、參考文獻

- [1] 呂鴻德、賴宏誌、謝憶文，「顧客滿意構面、品牌忠誠度與顧客終身價值關係之研究-LISREL 模式之實證」，*中原學報*，第 28 卷，第 4 期，頁 25-36，民國 89 年。
- [2] 施坤壽、林清河、譚伯群，「競爭因素、製造策略、顧客滿意及組織績效之整合性分析」，*臺大管理論叢*，第 11 卷，第 1 期，頁 1-33，民國 89 年。
- [3] 施學琦、方國定、施雅月，「類神經網路在 WWW 上購買意願分析」，*管理與資訊學報*，第 4 期，頁 161-184，民國 88 年。
- [4] 黃恆獎、李佳璋，「產品績效指標、消費滿意度及購後行為之整合分析」，*臺大管理*

論叢，第8卷，第1期，頁25-58，民國86年。

- [5] 黃瓊慧，模糊類神經網路應用於旅館屬性選擇偏好之研究，中國文化大學觀光事業研究所碩士論文，民國87年。
- [6] 曹勝雄、林慧玲，「旅行社業務人員關係行銷之研究」，戶外遊憩研究，第11卷，第4期，頁1-16，民國87年。
- [7] 張淑昭、林文寶，「影響知覺服務品質與失驗的相關因素與關係品質績效關連性之研究」，中華管理學報，第2卷，第1期，頁1-18，民國90年。
- [8] 潘平定，台南地區小汽車消費行為與市場區隔之研究-類神經網路之應用，國立成功大學工業管理研究所碩士論文，民國86年。
- [9] Anderson, J. C. and Gerbing, D. W., "Structural Equation Modeling in Practice: a Review and Recommended Two-Step Approach," *Psychological Bulletin*, Vol. 103, No. 3, pp.411-423, 1988.
- [10] Bentz, Y. and Merunka, D., "Neural Networks and the Multinomial Logit for Brand Choice Modelling: A Hybrid Approach," *Journal of Forecasting*, Vol. 19, No. 2, pp.177-200, 2000.
- [11] Chapman, J. and Wahlers, R., "A Revision and Empirical Test of the Extended Price-Perceived Quality Model," *Journal of Marketing Theory and Practice*, Vol. 7, No. 3, pp.53-61, 1999.
- [12] Cronin, J. J, Brady, M. K. and Hult, G. T. M., "Assessing the Effect of Quality, Value, and Customer Satisfaction on Consumer Behavioral Intention in Service Environment," *Journal of Retailing*, Vol. 76, pp.193-218, 2000.
- [13] Dasgupta, C. G., Dispensa, G. S. and Ghose, S., "Comparing the Predictive Performance of a Neural Network Model with Some Traditional Market Response Models," *International Journal of Forecasting*, Vol. 10, No. 2, pp.235-244, 1994.
- [14] Davies, F., Goode, M., Mazanec, J. and Moutinho, L., "LISREL and Neural Networks Modeling: Two Comparison Studies," *Journal of Retailing and Consumer Services*, Vol. 6, No. 4, pp.249-261, 1999.
- [15] Fletcher, R. and Powell, M. J. D., "A Rapidly Convergent Descent Method for Minimization," *Computer Journal*, Vol. 6, pp.163-168, 1963.
- [16] Gaul, W., Decker, R. and Wartenberg, F., "Analyse von Panel- und POS-Scanner-Daten mit Neuronalen Netzen," In: GfK-Nurnberg (Ed.), *Jahrbuch der Absatz- und Verbrauchsforschung*, Heft 3, 40. Jg., Berlin: Duncker and Humblot, pp.281-330, 1994.
- [17] Hackl, P. and Wesrlund, A. H., "On Structural Equation Modeling for Customer Satisfaction Measurement," *Total Quality Management*, Vol. 11, Nos. 4/5&6, pp.s820-s825, 2000.
- [18] Heimerl, J. P., *Konnektionistische Analyse des Kaufverhaltens*, Doctoral-thesis, Universitat Regensburg, 1994.
- [19] Kycha, K. A. and Wanger, U., "Application of Artificial Neural Networks in Management Science: a Survey," *Journal of Retailing and Consumer Service*, Vol. 6, No. 4, pp.185-203, 1999.
- [20] Li, L., "Relationships between Determinants of Hospital Quality Management and Service Quality Performance - A Path Analytic Model," *International Journal of Management*, Vol. 25, No .5, pp.535-545, 1997.
- [21] Montfort, K. V., Masurel, E. and Rijn, I. V., "Service Satisfaction: A Empirical Analysis of Customer Satisfaction in Financial Services," *The Service Industries Journal*, Vol. 20, No. 3, pp.80-94, 2000.
- [22] Moutinho, L., Davies, F. and Curry, B., "The Impact of Gender on Car Buyer Satisfaction and Loyalty," *Journal of Retailing and Consumer Services*, Vol. 3, No. 3, pp.135-144, 1996.
- [23] Oliver, R. L., "Measurement and Evaluation of Satisfaction Process in Retail Settings," *Journal of Retailing*, Vol. 57, pp.25-47, 1981.
- [24] Ping, R. A., "The Effects of Satisfaction and Structural Constraints on Retailer Exiting, Voice, Loyalty, Opportunism, and Neglect," *Journal of Retailing*, Vol. 69, No. 3,

- pp.320-352, 1993.
- [25] Ruyter, K.D., Wetzels, M., Lemmink J. and Mattsson, J., "The Dynamics of the Service Delivery Process: A Value-Based Approach," *International Journal of Research in Marketing*, Vol. 14, No. 3, pp.231-243, 1997.
- [26] Swait, J. and Sweeney, J. C., "Perceived Value and Its Impact on Choice Behavior in a Retail Setting," *Journal of Retailing and Consumer Services*, Vol. 7, No. 2, pp.77-88, 2000.
- [27] Sweeney, J. C., Soutar, G. N. and Johnson, L. W., "Retail Service Quality and Perceived Value: A comparison of Two Models," *Journal of Retailing and Consumer Services*, Vol. 4, No. 1, pp.39-48, 1997.
- [28] Williams, J. G., "The Impact of Employee Performance Cues on Guest Loyalty, Perceived Value and Service Quality," *The Service Industries Journal*, Vol. 19, No. 3, pp.97-118, 1999.

七、計畫成果自評

為瞭解 LISREL 與 NN 在理論與應用上的差異，以使研究者能在適當的情形下運用正確的方法，本研究應用 LISREL 與 NN 兩種方法在 Cronin *et al.* (2000) 所提之消費者行為意向模式上，並以國道客運旅客行為意向為例進行實證分析。研究結果顯示 NN 在行為意向研究的實用性，其可同時考慮衡量屬性與態度的心理與計量方法。可由隱藏節點所表示的潛在構念在模式發展初步階段特別有用，尤其在研究消費者反應的決定因素方面。類神經網路嘗試模仿人腦的運作，表示模式發展應是相當真實的。儘管相當簡化，但其可經消費者內心所想具象化。而 LISREL 與 NN 兩者在方法論上具有互補之效果，因此若同時採用兩種方法進行分析應可獲得更有用的結果資訊。因此，本研究的內容不但與原計畫相符，且所預期的目標亦已達成。

此外，本研究針對 LISREL 與 NN 提出兩種方法之比較與對照說明，提供未來研究者者在應用 LISREL 與 NN 進行行為意向研究時應注意的重點，因此本研究具有相當實用的學術應用價值。此外，本研究計畫之主要研究結果，已著手進行國際學術期刊之發表工作，預計將投稿於 SSCI、SCI 或 TSSCI 之學術期刊(如 *Journal of Retailing and Consumer Services*, *Journal of Marketing Research*, 管理學報等)。