

類神經網路於FWS人工溼地空心菜產量和面積預測之研究

陳鈞華⁽¹⁾、宋建明⁽²⁾、李煜基⁽³⁾、徐貴新⁽⁴⁾、甘俊二⁽⁵⁾

⁽¹⁾屏東科技大學土木工程系副教授、水利技師

⁽²⁾屏東科技大學土木所博士班

⁽³⁾屏東科技大學土木所碩士班

⁽⁴⁾東南科技大學環境管理系副教授兼研發處處長、水利技師

⁽⁵⁾七星農田水利研究發展基金會董事長、水利技師

摘 要

本研究針對 FWS 人工濕地中之監測水質資料和空心菜生長產量，以倒傳遞、徑向類神經理論為基礎方法，設定 6 個輸入層神經元（2008、2009 平均水位、2008、2009 平均氨氮濃度、2008、2009 平均入流量）、1 層隱藏層及 2 個輸出層神經元（空心菜產量、佔水面面積），標準化各污染質參數，利用 trainlm 函數、誤差目標值小於 0.001、最大訓練步數 1000，分別得到倒傳遞、徑向類神經網路之誤差值 MSE：1520.4/0.001，收斂值：4.25595e-011/1e-010 後，比較模擬情形後，得知以徑向類神經模擬 FWS 人工濕地之空心菜產量預測為準確的方法。

關鍵詞：FWS人工濕地、類神經、水質參數、倒傳遞函數、徑向函數。

一、研究動機目的

本研究動機為全台目前已有 76 個重要濕地，「曾文溪口北岸黑面琵鷺動物保護區」及「四草濕地」等 2 處列為「國際級濕地」；「關渡自然保留區」等 39 處「國家級濕地」；「澎湖馬公菜園濕地」等 35 處「地方級濕地」，研究型的人工濕地更是眾多。由於台灣土地稀少以及農作物輪作制度及土地利用條件限制，如能將能夠水耕的空心菜移植於濕地，其根部生長於

水中，一方面吸收水中營養質，能達到生長之需求，生長過程中無需施肥，另一在管理方面簡易同時能改善水質等，故空心菜於濕地中種植具備多等經濟優勢效益。台灣地區冬季可利用稻田休耕地種植，加上氣候寒冷適合蔬菜生產，因此冬季常造成生產過剩、價格暴跌的情況，而夏季又因高溫多濕易生病蟲害，且常受颱風、豪雨侵襲，蔬菜不易栽種，常有供不

應求之現象，因此菜價居高不下。此外農產品的產量，受土地面積及作物生產期限的限制，當需求增加或價格上漲時，無法任意擴大生產規模。因此供應蔬菜的量並無法滿足市場，若能事先預測蔬菜的產量，將有助於農政單位提前做出決策，以

二、材料及方法

2.1 倒傳遞網路模式

倒傳遞網路模式(Back Propagation Network, BPN)屬於監督式學習網路類型是目前類神經網路學習模式中最具代表性且應用最普遍的模式，因為它提出了改善原本類神經創始模式：感知機(Perceptron)缺乏隱藏層所以無法表現輸入單元間的交互影響與其學習模式的缺點，它的基本原理是以最陡坡降法(Gradient steepest descent method)的觀念將誤差函數予以最小。

RBF架構共分為三層，分別為輸入層、隱藏層及輸出層，屬類神經網路中之前向式網路(如圖1)

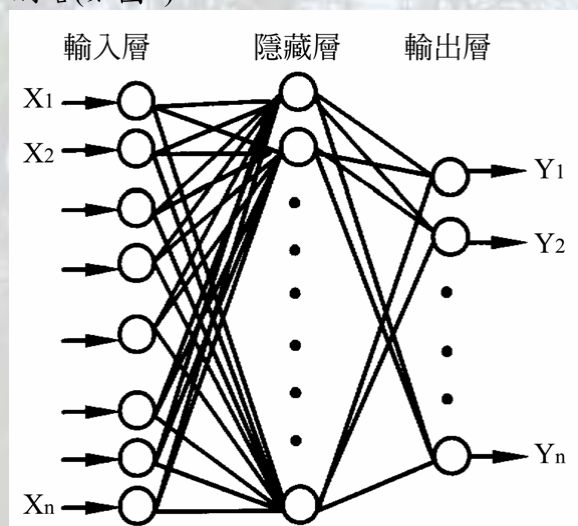


圖1倒傳遞類神經網路架構圖

適時調節蔬菜市場的供給，使農民能得到合理的利潤，消費者也能享受公平而價格低廉的消費。故本研究目的於分別利用倒傳遞和徑向類神經來預測空心菜之產量和利用濕地所自然生長之面積。

為了檢驗網路學習成果，本文利用誤差均方根作為評定倒傳遞網路誤差程度的基準，一組 n 個範例的誤差均方根(Root of Mean Square of Error RMSE) (劉俊杰、蘇茂林、李家政，2005) 如 1 式：

$$(RMSE) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^N (T_{ij} - O_{ij})^2}{nN}} \quad (1)$$

T_{ij} = 第 i 個範例之第 j 個目標輸出值

O_{ij} = 第 i 個範例之第 j 個目標輸出值

n = 範例數

N = 輸出變數數目

2.2 徑向基底函數

本研究將以徑向基底函數 (Radial Basic Function, RBF) 類神經網路來建立洪水流量之預測，其概念最早是由 Hardy(1971)所提出，後來由 Powell 建立其網路架構(Powell, 1987)，接著 Moody and Darken (1989)以 RBF 來解決數學函數對應之問題。RBF 在學習過程中一般採用兩階段式的混合學習法，即前階段訓練採用非監督式學習，後階段訓練則為監

督式學習方式(張麗秋、林永堂、張斐章, 2005)。RBF 架構共分為三層, 分別為輸入層、隱藏層及輸出層, 屬類神經網路中之前向式網路(如圖 2)

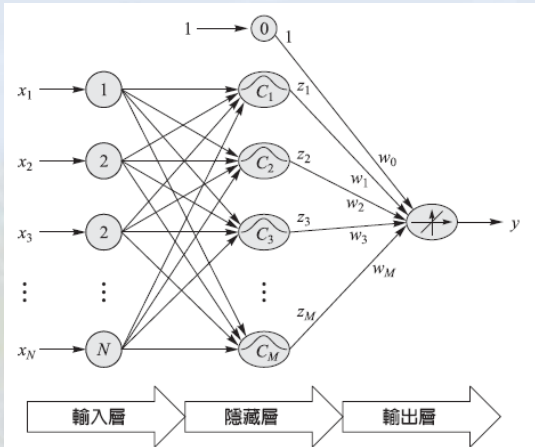


圖2 倒傳遞類神經網路架構圖

三、結果與討論

3.1 類神經分析之結果

由圖1 BPN與RBP收斂圖所示, 可知於FWS人工濕地由RBP可快速收斂至 $1e-010$, 但BPN卻無法完全收斂。

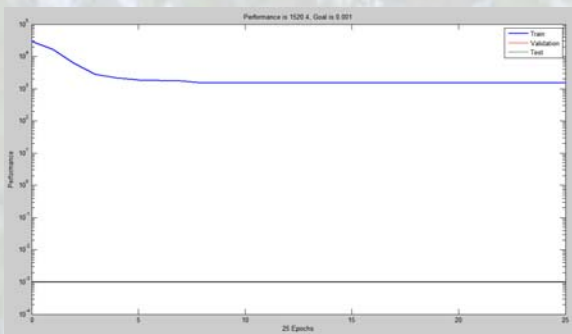


圖1 模擬收斂圖

由圖 3 徑向類神經網路經由觀測值驗證後, 相較於圖 2 之倒傳遞類神經模擬, 能精準模擬空心菜產量和種植面積。

當訓練範例資料輸入網路後, 直接由輸入層將輸入向量傳給隱藏層中的每個輻狀基底函數, 也就是計算輸入向量與隱藏層各神經元中心點的距離後, 經函數轉換獲得隱藏層各神經元的輸出如 2 式:

$$z_j(x) = \varphi(\|x - c_j\|) \quad j = 1, 2, \dots, M \quad (2)$$

$\varphi(\cdot)$ 表輻狀基底函數

c_j 表隱藏層第 j 個神經元中心點

$\|x - c_j\|$ 表示 x 與 c_j 間之歐氏距離

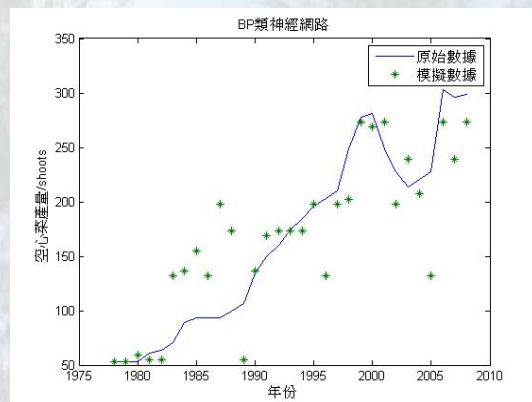


圖2 倒傳遞類神經模擬空心菜產量和面積模擬圖

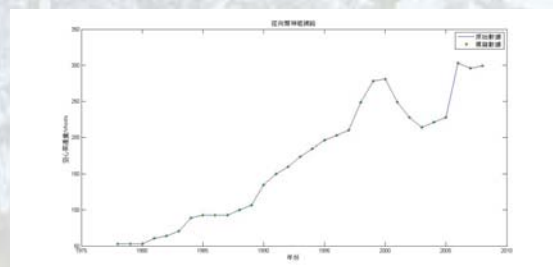


圖3 徑向類神經模擬空心菜產量和面積模擬圖

四、結果與建議

- 1.本研究在於探討空心菜產量和面積兩輸出變數之預測方面，由驗證結果得知以徑向類神經網路較倒傳遞類神經網路為一種準確預測的方法。
- 2.由本研究得知在資料型態上的整理和參數（訓練步數、偏差目標、折減係數等）的調整，並非完全可以使得類神經網路收斂的更好，應選擇適當之訓練函數和適當之類神經網路。
- 3.本研究將標準化各污染質參數，利用 trainlm 函數、誤差目標值小於 0.001、最大訓練步數 1000，分別得到倒傳遞、徑向類神經網路之誤差值 MSE：1520.4/0.001，收斂值：4.25595e-011/1e-010 後，比較模擬情形後，得知以徑向類神經模擬 FWS 人工濕地之空心菜產量預測為準確的方法。
- 4.本研究發現蔬菜之產量和面積的預測模型，以徑向類神經網路進行驗證為一可靠之方法，建議後續研究者，可預測不同蔬菜之產量、耕作面積、灌溉用水量等。

參考文獻

- 1.Hardy, R. L., 1971, Multiquadric Equations of Topography and Other Irregular Surfaces, Journal of Geophysical Research, 76: 1905-1915.
- 2.Moody, J. and Darken, C. J., 1989, Fast Learning in Networks of Locally-Tuned Processing Units. Neural Computation, 1(2): 281-294.
- 3.Powell, M. J. D. 1987. Radial Basis Functions for Multivariable Interpolation: A Review. IMA Conference on Algorithms for Approximation of Functions and Data. RMCS, Shrivenham, England, 143-167.
- 5.張麗秋、林永堂、張斐章，2005，結合 OLS 與 SGA 建構輻狀基底類神經網路於洪水預測之研究，臺灣水利。
- 6.劉俊杰、蘇茂林、李家政，2005，類神經網路應用於反彈值推估混凝土抗壓強度可行性研究，臺灣公路工程。

收稿：100 年 5 月 4 日
修改：100 年 5 月 7 日
接受：100 年 5 月 11 日