



## 目錄

中文摘要.....	1
ABSTRACT.....	2
一.前言.....	3
二.試驗設備與方法.....	6
三.結果與討論.....	14
四.結論.....	26
五.致謝.....	27
六.參考文獻.....	27
七.附錄一.....	30
八.附錄二.....	43
九.附錄三.....	50

# 以近紅外線及影像技術鑑別水稻品種(III)

蕭介宗<sup>1</sup>，劉昌群<sup>2</sup>，彭敬益<sup>3</sup>，洪梅珠<sup>4</sup>

1. 國立台灣大學生物產業機電工程所教授
2. 國立台灣大學生物產業機電工程所博士生
3. 國立台灣大學生物產業機電工程所研究助理
4. 台中區農業改良場研究員

## 中文摘要

本研究探討以近紅外線及影像處理技術來建立台中區農業改良場栽種之 1997 年一期、1998 年一期、及 1999 年一期三年的 5 種水稻品種辨識模式，以辨識該場栽種之 2000 年一期此 5 種水稻品種。

使用近紅外線分光光度計得到波長由 1100nm 到 2500nm 之原始光譜經二次差分後，進行範圍正規化處理後，再導入倒傳遞類神經網路進行訓練，以建立辨識模式。而影像外觀特徵值取面積、周長、形狀係數、面積與周長比值、最大寬度值、最長軸值、最長軸值與最大寬度值的比值、每粒稻穀平均紅色光度值(R)、平均綠色光度值(G)、平均藍色光度值(B)、水稻最長軸上 50 等分之寬度值共 60 個參數，經最大最小對映法正規化，導入倒傳遞類神經網路進行模組訓練，以建立辨識模式。建立三年(1997-1999)的 5 種水稻品種辨識模式，辨識 2000 年台中區農業改良場第一期稻作 5 種水稻品種，以近紅外線技術模式(194 參數，一隱藏層，節點數 10，學習速率為 0.5，慣量為 0.4，學習次數為 50,000)，平均辨識率為 68.7%，標準偏差為 40.2%；以影像技術模式(六十個參數，兩個隱藏層，第一隱藏層節點數為 10，第二隱藏層節點數為 15，學習速率為 0.3，慣量為 0.9，學習次數為 200,000)，平均辨識率為 91.8%，標準偏差為 16.1%；結合近紅外線和影像技術模式(80 個參數，一隱藏層，隱藏層節點數 5，學習速率為 0.5，慣量為 0.4，學習次數為 50,000)，平均辨識率 82.4%，標準偏差 26.3%。

關鍵字：近紅外線、影像、類神經網路、模式、水稻

# Classifying Paddy Rice by Near-infrared and Image Processing

Jai-Tsung Shaw<sup>1</sup> , Chang-Chun Liu<sup>2</sup> , Keen-Yik Poong<sup>3</sup> , Mei-Chu Hong<sup>4</sup>

1. Professor , Dept. of Bio-Industrial Mechatronics Engineering , National Taiwan University.
2. Graduate Student , Dept. of Bio-Industrial Mechatronics Engineering , National Taiwan University.
3. Research Assistant , Dept. of Bio-Industrial Mechatronics Engineering , National Taiwan University.
4. Agronomist , Taichung District Agricultural Improvement Station.

## ABSTRACT

By near-infrared (NIR) and image processing, the objective of this research was to establish a prediction model from five varieties of paddy rice grown in Taichung District Agricultural Improvement Station and harvested in the summer of 1997, 1998, and 1999, and to classify the paddy rice also grown at the same improvement station and harvested in 2000 summer.

The original spectra between 1100nm and 2500nm from a near-infrared analyzer were treated by a second difference method and a range normalization, and then were input into a back-propagation neural network for training to find a near-infrared prediction model. The 60 image parameters were area, perimeter, shape factor, the ratio of area to perimeter, the maximum width, the maximum length, the ratio of maximum length to width, average color value of red (R), green (G), and blue (B), and the value of widths along the length divided into 50 divisions of each paddy rice kernel. These image data were normalized and then input into a back-propagation neural network for training to find a image prediction model.

Based on the three-year(1997-1999) image prediction model with 60 parameters, 0.3 learning rates, 0.9 momentum, 10 nodes on the first layer and 15 nodes on the second layer and 200,000 epochs, the average classification rates for the fourth year(2000) paddy rice was 91.8% with 16.1% standard deviation. With 194 input nodes, 10 nodes on the hidden layer, 0.5 learning rates, 0.4 momentum and 50,000 epochs, the average classification rates for the fourth year paddy rice of the near-infrared prediction model was 68.7% with 40.2% standard deviation. With 80 input nodes, 5 nodes on the hidden layer, 0.5 learning rates, 0.4 momentum and 50,000 epochs, the average classification rates of combined near-infrared and image model was 82.4% with 26.3% standard deviation.

Keywords : near-infrared , image , artificial neural network , model , paddy rice

## 一.前言

傳統上辨識水稻品種的方法，大都以肉眼觀察種子有無特殊的外觀，需要專業人員依經驗或是對照圖表做辨別，此種辨識手段稱為外觀型態方法(morphological method)。以水稻品種為例，觀察的性狀外型包括穀粒的長瘦、圓胖、芒的有無及長短、稃尖的顏色、護穎長度、內外穎顏色、絨毛的著生情形及1000粒重等(黃,1987)，除非具有特殊外型性狀，否則同一類型的品種是不易以肉眼來辨別區分。如此可知，憑經驗或對照圖辨識品種，不僅存在人為的誤差而且速度緩慢，而且此類專家之培育除了不容易也耗財費時。因此，有利用掃描式電子顯微鏡(Scanning Electronic Microscope; SEM)掃描種子表面的構造(葉,1993；蔡,1988；呂與林,1980)，然而表面微細構造的差異卻難以量化。有以數位攝影機結合影像處理技術(謝等人,1989；Zayas等人,1986；陳,1989；陳等人,1989)的研究結果認為應用影像處理分析方法可準確測量穀粒的外觀特徵藉以判別穀粒之品種。若以化學實驗取得品種之化學成分來分析，或是依去氧核糖核酸(DNA)序列差異辨識作物種，雖然準確但難免流於費時費力及費財了，不適合水稻之收購及計價系統。

使用非破壞性的檢驗和應用電腦分析的軟體，藉由數位元影像攝取、近紅外線分光光度計和電腦，建立校正模式，可以快速且非破壞性的檢測資料，去除耗時及可能造成環境污染的化學分析，並且節省人員培訓之支出費用。

近紅外線分光光度計利用光譜反射值與其內部化學成分有高度的相關(夏賀等人,1993；Yamashita,1993；劉與蕭,1995；李與蕭,1996；彭等人,1997)，建立化學成分與光譜反射值之校正線，應用於偵測稻米內部成分如蛋白質含量、直鏈澱粉含量、脂肪酸度及含水率。張等人(2000)、李(1998)、張(2000)，以近紅外線與影像技術辨識86年一期、87年一期台中區農業改良場所提供的稻穀，計有台農秈20號、台農67號、台

農 70 號、台中秈 10 號、台梗 8 號、台梗 9 號共 6 種水稻品種，不論以近紅外線之技術或是使用影像技術之辨識率分別為 89.3% 及 95.8%，標準偏差分別為 8.1% 及 5.3%。

監督式學習的輸入處理資料雖然可以接受任意大小的變數值，但是如果不同處理單元所接受的變數值域差異太大，將使小值域的變數的重要性無法表現出來，而由大值域的變數控制整個網絡學習過程，因而影響學習的效果。例如一輸入處理單元的值域範圍為  $-0.001$  到  $+0.001$ ，另一個輸入處理單元的值域範圍為  $-1000$  到  $+1000$ ，則前者很難與後者抗衡。因此實用上需將各輸入處理單元的值域統一，例如  $[-1, +1]$  或者  $[0, 1]$ ，此即正規化(Normalization)(葉，1993)。正規化法是一種處理樣本數據資料轉換的方法，其目的在於使樣本數據資料轉換成某些特別性質的質料。通常的作法是讓樣本數據資料給轉換落在近似的相同排序或相等分佈的變數及平均的數值。此外對於倒傳遞網絡而言，輸出值的值域受到轉換函數的值域限制，例如使用 Sigmoid 轉換函數，其函數值域為  $[0, 1]$ ，因此正規化後輸出的值域也須是  $[0, 1]$ 。本研究之正規化法在影像部份使用最大最小對映法(葉，1993)，在近紅外線部份使用範圍正規化法 (range normalization, Unscrambler(1994))，計算方法如下：

$$1. \text{ 最大最小對映法} = \frac{W - 0.95 \times b_1}{1.05 \times a_1 - 0.95 \times b_1}$$

W=矩陣之列向量

$$a = \max(W)$$

$$b = \min(W)$$

$$2. \text{ 範圍正規化法 (Range Normalization)} = \frac{X(i, k)}{\overline{X(i, \bullet)}}$$

$X(i, k)$  = 矩陣第 k 列第 i 行之值

$\overline{X(i, \bullet)}$  = 矩陣第 i 行平均值

類神經網絡(artificial neural network)是以簡單的運算處理單元連結成網絡，達到模擬生物體之大量基本神經元構成的類似腦神經網絡及其學習的功能，由於類神經網絡具有簡單的組織及學習能力，可用於解決原始定義與分類不十分清楚的領域。例傳遞類神經網絡為目前類神經網絡中最具代表性而且應用也最廣的模式，為多層次前授式網絡，採用監督式的訓練，而學習是以最小平方差為指標，運用梯度陡降法(the gradient steepest descent method) 搜尋最小誤差函數，導出網絡連結加權值與閾值的修正值。記錄訓練完成的網絡連結加權值與閾值，並輸入未知品種的參數向量以進行辨識品種。Chen 等人(1995)利用類神經網絡和近紅外線光譜分類 1987-1989 年硬紅小麥，校正及驗證準確度分別為 97.9%及 96.8%。Delwiche 等人(1995)利用類神經網絡和近紅外線光譜分類硬紅小麥準確度介於 95-98%優於多重線性回歸、主成分分析及部分最小平方法。

主成分分析法(Principal Component Analysis; PCA)是一種座標轉換的方式，資料數據經 PCA 法分析後，會建成一個以數主要成分軸為座標的系統來描述資料。在主要成分軸系統中，資料數據只需要有同主要成分軸數一樣多的變數就能加以描述，因而在表現上就減少了變數的個數，而這些變數都是完全獨立且為辨識品種的主要變數。

影像處理是外觀型態學之應用亦是非破壞性的方法，陳等人(1989)以影像技術收集穀物外型特徵變數共 73 項，判別同屬稈稻之台農 67、台農 70、新竹 64 共 3 種水稻品種，資料經常態性測驗及逐步判別分析選取具常態性且辨別力較大的變數 11 個，而後再經判別分析，結果得 3 種水稻品種間的平均辨識率為 77.3%。影像技術配合類神經網絡分析，近年來相當多應用於穀物品種辨識與分級、稻穀品質的檢定等，在品質鑑定難以量化的範疇上，影像技術結合類神經網絡是相當好的方法(謝與林，1994；萬等人，1998；李，1998)。

由以上可知，由於不同的水稻品種可能有不同的成分而存在不同的光譜反射值，故

將探討以近紅外線光譜分析技術來辨識品種，此方法猶如依內部化學成分之不同來辨識品種，而影像視覺猶如外觀特性之量化，若能結合水稻之內(近紅外線光譜分析)、外(影像視覺)特性，來辨識水稻品種，不但能消除傳統外觀型態學辨別品種之人為誤差，更能直接保障農民的投資及消費者的權益。

本研究之目的為：

1. 利用影像處理台中區農業改良場生產之 1997、1998、1999 年一期稻作之稻穀的外型影像特徵值，經最大最小對映法正規化後，以倒傳遞類神經網絡之方法建立辨識模式，利用此一模式辨識分類同區 2000 年一期稻作之品種。
2. 從近紅外線分光光度計得到的同區 1997、1998、1999 年一期稻作之稻穀的原始反射式光譜經二次差分且經範圍正規化後，以帶入倒傳遞類神經網絡學習後建立辨識模式，以此一模式辨識分類同區 2000 年一期稻作之品種。
3. 結合影像及近紅外線建立辨識模式，以此一模式辨識分類同區 2000 年一期稻作之品種。

## 二. 試驗設備與方法

(一) 試驗材料：

本研究所採用的樣品為台中區農業改良場 1997 年一期、1998 年一期、1999 年一期及 2000 年一期之台農私 20 號、台農 67 號、台中私 10 號、台稉 8 號、台稉 9 號共 5 種水稻品種。

(二) 試驗設備：

本研究中所用到的主要設備，茲簡述如下：

1. 近紅外線分光光度計本體：Bran-Lubbe InfraLyzer 500，主要用於測定稻穀之反射式光譜。



2. InfraAnalyzer Data Analysis Software(IDAS)軟體，利用此軟體來收集反射光譜。
3. Unscrambler™7.6 軟體，利用此軟體進行數據的前期處理。
4. 風選機：用來去除稻穀樣本內之雜草、空稻穀等雜物。
5. 恆溫恆濕箱(Temperature and Humidity Chamber)溫度控制範圍為 0°C-100°C，相對濕度控制範圍為 20%-98%，主要用來控制稻穀之穀溫及含水率。稻穀樣品置於 25°C、RH70% 之條件下 4 天，調節稻穀成 13% 之含水率。
6. Shizudka Seiki CTR-800E 型：測量水稻含水率。
7. Watec (CCD (Charge Couple Device) 攝影機：可輸出 RGB 訊號或 NTSC (National Television Standards Committee, United States of America)複合彩色視訊，感光元件的解析度為 NTSC-512 X 512 圖元點。
8. PXC200 影像擷取卡：解析度為 NTSC-640\*480 圖元點。
9. 打光暗室：將稻穀樣本至於暗室內取其影像。
10. 影像分析軟體：以 Borland C++ 語言撰寫之影像分析軟體，分析水稻樣本得最長軸值、最大寬度值、最長軸值與最大寬度值的比值、面積、周長、面積與周長的比值、形狀係數(shape factor,  $4\pi \times \text{面積} / \text{周長}^2$ )、每粒稻穀平均紅色光度值(R)、平均綠色光度值(G)、平均藍色光度值(B)及長軸上等距之 50 個寬度值共 60 個外型影像特徵參數。
11. 類神經網絡軟體為 Neuralware 公司出版之專業類神經網絡軟體 NeuralWorks Professional II/PLUS。
12. 利用 MathWorks 公司出版之數學運算軟體 Matlab 5.1 版為平臺，運算自行編寫之數學運算程式，以運行最大最小對映法之正規化數據，以及計算辨識百分比。

### (三)試驗方法

#### 1. 近紅外線

- (1) 各品種樣本先以風選機風選數次，以去除空稻穀、稻穗、雜物等。將水稻樣本置於 25°C、RH70%的恆溫恆濕箱內約 4 天(100 小時)調質成 13%的含水率，以 Shizudka Seiki CTR-800E 檢測之。進行近紅外光照射約 100 組樣本，照射後之樣本不重複使用。將原始光譜資料經過界外點的利用馬氏距離大於 9/係本數或 99.7% 信賴區外加以剔除(Vellwman and Welsh, 1981)，隨機挑選每品種每期

30 個樣本作為模式建立之訓練組，其餘的作為驗證組。

- (2) 表 1. 將 1997 年、1998 年及 1999 年 5 種共 1008 個水稻樣本的訓練組合併起來，結合成為倒傳遞類神經網絡之訓練組。並將訓練組資料經二次差分後再經過範圍正規化 (Range Normalization)，代入倒傳遞類神經網絡中，進行品種辨識模式的訓練。並將此三年數據資料利用亂數挑出樣本共 450 個合併成為一單獨之驗證組，如表 2。
- (3) 表 3. 把 2000 年一期之 5 種水稻樣本共 493 個數據結合起來成為辨識分類組，以求得建構之類神經網絡對應未知樣本之辨識率。
- (4) 使用 Neuralware 公司的專業類神經網絡構建軟體 NeuralWorks Professional II/PLUS 來建構類神經網絡。
- (5) 使用含引用 Matlab 軟體支援之自行撰寫統計程式，以統計經由上述 (4) 項內軟體之辨識結果。倒傳遞類神經網絡相應的目標輸出值如表 4，相對相應的目標輸出值 1 時，代表辨別為正確的品種，其他品種則以 0 表示。

表 1 1997、1998 及 1999 年一期之近紅外線模式訓練組樣本數

Table 1 Trained and coded samples harvested in 1997、1998 and 1999 summer for near-infrared model

	1997	1998	1999	總共 Total	編號 No.
台農秈 20 號 Tainung Sen 20	68	66	67	201	1-201
台中秈 10 號 Taichung Sen 10	68	68	64	200	202-401
台農 67 號 Tainung 67	66	65	67	198	402-599
台稈 8 號 Taikeng 8	68	68	70	206	600-805
台稈 9 號 Taikeng 9	69	67	67	203	806-1008
總和 Total	339	334	335	1008	

表 2 1997、1998 及 1999 年一期之近紅外線模式驗證組樣本數

Table 2 Validation samples harvested in 1997、1998 and 1999 summer for near-infrared model

	1997	1998	1999	總共 Total
台農秈 20 號 Tainung Sen 20	30	30	30	90
台中秈 10 號 Taichung Sen 10	30	30	30	90
台農 67 號 Tainung 67	30	30	30	90
台梗 8 號 Taikeng 8	30	30	30	90
台梗 9 號 Taikeng 9	30	30	30	90
總和 Total	150	150	150	450

表 3 近紅外線模式之 2000 年一期水稻樣本分類組數量及編號

Table 3 Coded and classified samples harvested in 2000 summer of near-infrared model

	2000	分類組編號 code of classified set
台農秈 20 號 Tainung Sen 20	100	1-100
台中秈 10 號 Taichung Sen 10	98	101-198
台農 67 號 Tainung 67	99	199-297
台梗 8 號 Taikeng 8	98	298-395
台梗 9 號 Taikeng 9	98	396-493
總和 Total	493	

表4 近紅外線模式之訓練組編號以及相應的目標輸出值

Table 4 code of trained set and goal matrix output of near-infrared model

訓練組編號 code of trained set	品種 Varieties	相應的目標輸出值 Goal matrix output				
1-201	台農私 20 號 Tainung Sen 20	1	0	0	0	0
202-401	台中私 10 號 Taichung Sen 10	0	1	0	0	0
402-599	台農 67 號 Tainung 67	0	0	1	0	0
600-805	台稔 8 號 Taikeng 8	0	0	0	1	0
806-1008	台稔 9 號 Taikeng 9	0	0	0	0	1

## 2. 稻穀外觀影像特徵值：

- (1) 由近紅外線照射過之各品種樣本中挑選出 1000 顆完整穀粒，置於打光暗室內並以影像設備來擷取水稻樣本長軸 50 個寬度值、最長軸值、最大寬度值、最長軸值與最大寬度值的比值、面積、周長、面積與周長的比值、形狀係數(shape factor,  $4\pi \times \text{面積} / \text{周長}^2$ )、每粒稻穀平均紅色光度值(R)、平均綠色光度值(G)、平均藍色光度值(B)共 60 個外型影像特徵參數。以圖 1 為例，L 是最長軸、Y 是最大寬度、AC 的長度為第 4 個寬度值，BAOCB 為周長，BAOCB 所圍成的區域就是面積。
- (2) 將 1997 年、1998 年及 1999 年一期台農私 20 號、台農 67 號、台中私 10 號、台稔 8 號、台稔 9 號等 5 個品種每品種 1000 粒樣本數，以每 10 粒樣本平均成一個樣本，即每品種有 100 個樣本數。將此樣本資料利用馬氏距離大於 9/樣本數或 99.7% 信賴區外之樣本加以剔除(Vellwman and Welsch, 1981)。
- (3) 表 5.將 1997 年、1998 年及 1999 年一期台農私 20 號、台農 67 號、台中私 10 號、台稔 8 號、台稔 9 號等 5 個品種之稻穀訓練組共 806 樣本之 50 個寬度值、最長軸值、最大寬度值、最長軸值與最大寬度值的比值、面積、周長、面積與周長的比值、形狀係數(shape factor,  $4\pi \times \text{面積} / \text{周長}^2$ )、每粒稻穀平均紅色

光度值(R)、平均綠色光度值(G)、平均藍色光度值(B)共 60 個外型影像特徵參數、取最大最小對映法(葉, 1993), 正規化後輸出值域介於 0~1 之間, 代入倒傳遞類神經網絡以進行品種辨識的訓練。

- (4) 表 6, 將 1997 年、1998 年及 1999 年一期台農私 20 號、台農 67 號、台中私 10 號、台農 8 號、台農 9 號等 5 個品種稻穀除訓練組外之樣本組成驗證組共 425 樣本依序組合經最大最小對映法正規化, 代入倒傳遞類神經網絡以驗證模式的適用否。
- (5) 表 7, 以 2000 年一期五個品種之水稻為辨識分類組共 500 個樣本, 求得建構之類神經網絡對應未知樣本之辨識率。
- (6) 使用 Neuralware 公司的專業類神經網絡構建軟體 NeuralWorks Professional II/PLUS 來建構類神經網絡。
- (7) 使用含引用 Matlab 軟體支援之自行撰寫統計程式, 以統計經由上述(6)項內軟體之辨識結果, 倒傳遞類神經網絡相應的目標輸出值如表 8, 相對相應的目標輸出值 1 時, 代表辨別為正確的品種, 其他品種則以 0 表示。

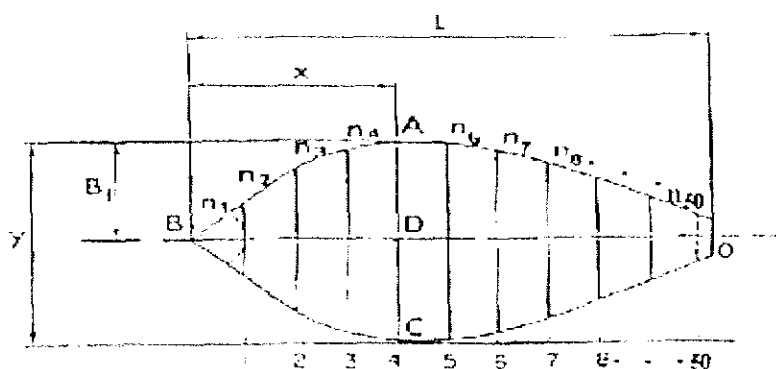


圖 1 水稻外型特徵值示意圖

Fig.1 Shape of paddy rice

表 5 1997、1998 及 1999 年一期之影像模式訓練組樣本數

Table 5 Trained and coded samples harvested in 1997、1998 and 1999 summer for image model

	1997	1998	1999	總共 Total	編號 No.
台農私 20 號 Tainung Sen 20	25	68	67	160	1-160
台中私 10 號 Taichung Sen 10	26	68	70	164	161-324
台農 67 號 Tainung 67	25	67	67	159	325-483
台 8 號 Taikeng 8	25	68	70	163	484-646
台 9 號 Taikeng 9	25	67	68	160	647-806
總和 Total	126	338	342	806	

表 6 1997、1998 及 1999 年一期之影像模式驗證組樣本數

Table 6 Validated and coded samples harvested in 1997、1998 and 1999 summer for image model

	1997	1998	1999	總共 Total	編號 No.
台農私 20 號 Tainung Sen 20	25	30	30	85	1-85
台中私 10 號 Taichung Sen 10	25	30	30	85	86-170
台農 67 號 Tainung 67	25	30	30	85	171-255
台 8 號 Taikeng 8	25	30	30	85	256-340
台 9 號 Taikeng 9	25	30	30	85	341-425
總和 Total	125	150	150	425	

表 7 影像技術模式之 2000 年一期水稻樣本分類組數量及編號

Table 7 Coded and classified samples harvested in 2000 summer for image model

	2000	分類組編號 code of classified set
台農私 20 號 Tainung Sen 20	100	1-100
台中私 10 號 Taichung Sen 10	100	101-200
台農 67 號 Tainung 67	100	201-300
台稔 8 號 Taikeng 8	100	301-400
台稔 9 號 Taikeng 9	100	401-500
總和 Total	500	

表 8 影像模式其訓練組編號及相應的目標輸出值

Table 8 Code of trained set and goal matrix output of image model

訓練組編號 code of trained set	品種 Varieties	相應的目標輸出值 Goal matrix output				
1-160	台農私 20 號 Tainung Sen 20	1	0	0	0	0
161-324	台中私 10 號 Taichung Sen 10	0	1	0	0	0
325-483	台農 67 號 Tainung 67	0	0	1	0	0
484-646	台稔 8 號 Taikeng 8	0	0	0	1	0
647-806	台稔 9 號 Taikeng 9	0	0	0	0	1

### 三. 結果與討論

#### (一)影像模式分類辨識結果：

表 9(附錄一表 14 中)表示慣量影響特定二隱藏層網路之各品種辨識率，在模式為六十個參數，兩個隱藏層，第一隱藏層節點數為 10，第二隱藏層節點數為 15，學習速率(Learning rates, lr)為 0.3，慣量(Momentum)為 0.9，以及學習次數(epochs)為 200,000 時，得到所有影像分類辨識模式裡的最佳辨識率為 91.8%，標準偏差(Standard deviation, STD)為 16.1%。而全部嘗試過的 176 種模式(附錄一表 1 到表 36)之平均分類辨識率為 89.8%，標準偏差為 0.89%。

表 9. 在所有模式中標準偏差最小的模式即標準偏差為 12.6%，是慣量為 0.8，六十個參數，兩個隱藏層，第一隱藏層節點數為 10，第二隱藏層節點數為 15，學習速率為 0.3，學習次數(epochs)為 200,000，分類辨識率為 91.0%。以結構最小的模式即隱藏層最少及節點數最少的模式如表 10 或〔附錄一表 1〕，在一個隱藏層，隱藏層節點數為 10。六十個參數，學習速率為 0.5，慣量為 0.4，學習次數(epochs)為 200,000，分類辨識率為 88.6%，標準偏差為 16.0%，和結構最大的模式即隱藏層最大及節點數最多的模式(表 11. 或〔附錄一表 4〕)在六十個參數，兩個隱藏層，第一隱藏層節點數為 50，第二隱藏層節點數為 50，學習速率為 0.5，慣量為 0.4，學習次數(epochs)為 200,000，分類辨識率為 89.8%，標準偏差為 14.2%相比，成對 t 值為 1.5，表 12 表示結構最大的模式與結構最小的模式沒有顯著的差異。

以標準偏差來說有最大標準偏差的模式如表 13 或〔附錄一表 29〕在六十參數，二隱藏層，第一隱藏層節點 50，第二隱藏層節點 40，學習速率為 0.1，慣量為 0.9，學習次數(epochs)為 200,000，最小標準偏差模式(表 9 或〔附錄一表 14〕)在六十參數，二隱藏層，第一隱藏層節點 10，第二隱藏層節點 15，學習速率為 0.3，慣量為 0.8，學習次數(epochs)



為 200,000 相較，成對 t 值為 0.39，表 14 表示最小標準偏差模式與最大標準偏差的模式沒有顯著的差異，但平均分類辨識率分別為 91% 和 87.4%。

表 9 慣量影響特定二隱藏層網路之各品種辨識率

Table 9 The effect of momentum on classification rates under a specified two layer network

六十參數，二隱藏層，第一隱藏層節點 10，第二隱藏層節點 15，lr=0.3，epochs=200,000  
60 parameters, 2 hidden layers(10,15), lr=0.3, epochs=200,000

慣量 Momentum	平均辨識率 average classification rates(%)	台農私 20 號 辨識率 Tainung Sen 20 classification rates (%)	台中私 10 號辨 識率 Taichung Sen 10 classification rates (%)	台農 67 號辨識 率 Tainung 67 classification rates (%)	台稔 8 號辨識 率 Taikeng 8 classification rates (%)	台稔 9 號辨識 率 Taikeng 9 classification rates (%)	標準 偏差 STD (%)
0.3	88.8	100	100	62.0	82.0	100	16.9
0.7	90.6	100	100	70.0	83.0	100	13.7
0.8	91.0	100	100	74.0	81.0	100	12.6
0.9	91.8	100	100	63.0	99.0	97.0	16.1
標準偏 差 STD(%)	1.27	0	0	5.74	8.54	0	

表 10 變動隱藏層節點數在一隱藏層之網路下各品種辨識率

Table 10 The effect of nodes on classification rates under a specified one layer network

六十參數，一隱藏層，lr=0.5，Momentum=0.4，epochs=200,000  
60 parameters, 1 hidden layers, lr=0.5, Momentum=0.4, epochs=200,000

節點數 nodes	平均辨識率 average classification rates(%)	台農私 20 號 辨識率 Tainung Sen 20 classification rates(%)	台中私 10 號辨 識率 Taichung Sen 10 classification rates (%)	台農 67 號辨識 率 Tainung 67 classification rates (%)	台稔 8 號辨識 率 Taikeng 8 classification rates (%)	台稔 9 號辨識 率 Taikeng 9 classification rates (%)	標準 偏差 STD (%)
10	88.6	100	100	76.0	67.0	100	16.0
15	89.4	100	100	74.0	73.0	100	14.5
20	88.6	100	100	71.0	72.0	100	15.6
25	89.8	100	100	71.0	78.0	100	14.2
30	90.4	100	100	73.0	79.0	100	13.3
35	90.2	100	100	70.0	81.0	100	14.0
40	89.2	100	100	72.0	74.0	100	14.8
45	89.4	100	100	74.0	73.0	100	14.5
50	90.4	100	100	69.0	83.0	100	14.0
標準偏 差 STD (%)	0.70	0	0	2.22	5.05	0	

表 11 變動隱藏層節點數在雙隱藏層之網路下各品種辨識率

Table 11 The effect of nodes on classification rates under a specified double layer network

六十參數，二隱藏層，第一隱藏層節點 50，lr=0.5，Momentum=0.4，epochs=200,000 60 parameters, 2 hidden layers, lr=0.5, Momentum=0.4, epochs=200,000							
節點數 nodes	平均辨識率 average classification rates(%)	台農私 20 號辨 識率 Tainung Sen 20 classification rates(%)	台中私 10 號辨 識率 Taichung Sen 10 classification rates (%)	台農 67 號 辨識率 Tainung 67 classification rates (%)	台稔 8 號 辨識率 Taikeng 8 classification rates (%)	台稔 9 號 辨識率 Taikeng 9 classification rates (%)	標準 偏差 STD (%)
10	89.8	100	100	88.0	61.0	100	17.0
15	90.2	100	100	74.0	77.0	100	13.5
20	89.8	100	100	76.0	73.0	100	14.0
25	90.6	100	100	72.0	81.0	100	13.2
30	90.0	100	100	74.0	74.0	100	14.2
35	89.8	100	100	74.0	75.0	100	14.0
40	90.2	100	100	73.0	78.0	100	13.5
45	89.6	100	100	75.0	73.0	100	14.2
50	89.8	100	100	78.0	71.0	100	14.2
標準偏 差 STD (%)	0.31	0	0	4.82	5.63	0	

表 12 比較最大和最小結構的影像模式之平均辨識率

Table 12 Comparing average classification rates of the largest and the smallest structure image model

	結構最小模式辨識率 classification rates of the smallest structure model	結構最大模式辨識率 classification rates of the largest structure model
農私 20 號 Tainung Sen 20	100	100
台中私 10 號 Taichung Sen 10	100	100
台農 67 號 Tainung 67	76.0	78.0
台稔 8 號 Taikeng 8	67.0	71.0
台稔 9 號 Taikeng 9	100	100
平均辨識率 Average classification rates	88.6	89.8
標準偏差 STD(%)	16.0	14.2
t 值 t-value		1.50
理論 t 值 Theoretical t-value	$t_{0.05/2, 5}=2.57$	

表 13 慣量影響特定二隱藏層網路之各品種辨識率

Table 13 The effect of momentum on classification rates under a specified two layer network

六十參數，二隱藏層，第一隱藏層節點50，第二隱藏層節點40，lr=0.1，epochs=200000 60 parameters, 2 hidden layers(50,40), lr=0.1, epochs=200,000							
慣量 Momentum	平均辨識率 average classification rates(%)	台農秈20號辨 識率 Tainung Sen 20 classification rates (%)	台中秈10號辨 識 率 Taichung Sen 10 classification rates (%)	台農67號辨 識率 Tainung 67 classification rates (%)	台梗8號辨 識率 Taikeng 8 classification rates (%)	台梗9號辨 識率 Taikeng 9 classification rates (%)	標準 偏差 STD (%)
0.3	88.6	100	100	54.0	89.0	100	19.9
0.7	90.8	100	100	69.0	85.0	100	13.8
0.8	91.2	100	100	59.0	97.0	100	18.0
0.9	87.4	100	100	37.0	100	100	28.2
標準偏差 STD(%)	1.81	0	0	13.4	6.95	0	

表 14 比較最大和最小標準偏差的影像模式之辨識率

Table14 Comparing classification rates of the largest and the smallest standard deviation(STD) image model

	STD 最小模式 classification rates of the smallest STD model(%)	STD 最大模式 classification rates of The largest STD model(%)
台農秈20號 Tainung Sen 20	100	100
台中秈10號 Taichung Sen 10	100	100
台農67號 Tainung 67	74.0	37
台梗8號 Taikeng 8	81.0	100
台梗9號 Taikeng 9	100	100
平均辨識率 Average classification rates	91.0	87.4
標準偏差 STD(%)	12.6	28.2
	t 值 t-value	0.39
理論t值 Theoretical t-value	$t_{0.05/2, 5}=2.57$	

以試過分類辨識率來說不同隱藏層、學習速率、慣量、學習次數(epochs)及節點對辨識率的影響，最佳分類辨識率的模式如表 9(附錄一表 14)為六十參數，二隱藏層，第一隱藏層節點 10，第二隱藏層節點 15，學習速率為 0.3，慣量為 0.9，學習次數(epochs)為 200,000。最低分類辨識率模式如表 15(附錄一表 5)為六十參數，一隱藏層，隱藏層節點 10，學習速率為 1.0，慣量為 0.4，學習次數(epochs)為 200,000。

表 16，成對 t 值為 0.36，所示最低分類辨識率的模式與最佳分類辨識率模式並沒有顯著的差異。因此我們可以說在這 176 種模式(附錄一)中，模式間並沒有顯著的差異，因為它們間之的成對 t 值檢定都沒有都沒有超過本研究所定的顯著差異標準  $t_{0.05, 2} = 2.57$ ，所以用最簡單的分類辨識率模式(一隱藏層，隱藏層節點 10，學習速率為 0.5，慣量為 0.4，學習次數(epochs)為 200,000，平均分類辨識率為 86.4%。若以最複雜分類辨識率的模式來分析，平均分類辨識率為 91.8%相差 5.4%。

表 15 變動學習速率影響一隱藏層網路之各品種辨識率  
Table 15 The effect of learning rates on classification rates of a specified one layer network

六十參數，一隱藏層，隱藏層節點 10，Momentum=0.4，epochs=200000 60 parameters, 1 hidden layer, 10 nodes, momentum=0.4, epochs=200,000							
學習速率 (Learning rates)	平均辨識率 average classification rates (%)	台農 20 號 辨識率 Tainung Sen 20 classification rates (%)	台中 10 號 辨識率 Taichung Sen 10 classification rates (%)	台農 67 號 辨識率 Tainung 67 classification rates (%)	台梗 8 號 辨識率 Taikeng 8 classification rates (%)	台梗 9 號 辨識率 Taikeng 9 classification rates (%)	標準偏差 STD (%)
0.1	89.6	100	100	61.0	87.0	100	16.9
0.2	89.0	100	100	65.0	80.0	100	16.0
0.3	89.8	100	100	69.0	80.0	100	15.5
0.4	88.8	100	100	71.0	73.0	100	15.4
0.5	88.6	100	100	76.0	67.0	100	15.9
0.6	88.6	100	100	80.0	63.0	100	16.7
0.7	87.4	100	100	83.0	54.0	100	20.1
0.8	87.0	100	100	88.0	47.0	100	23.0
0.9	87.0	100	100	93.0	42.0	100	25.3
1.0	86.4	100	100	93.0	39.0	100	26.7
標準偏差 STD (%)	1.18	0	0	11.4	17.1	0	

表 16 比較影像模式之最低與最佳平均辨識率

Table16 Comparing the lowest average classification rate with the highest average classification rate of image model

	最低平均辨識率模式 The lowest average classification rates model	最佳平均辨識率模式 The highest average classification rates model
台農種 20 號 Tainung Sen 20	100	100
台中種 10 號 Taichung Sen 10	100	100
台農 67 號 Tainung 67	93	63
台梗 8 號 Taikeng 8	39	99
台梗 9 號 Taikeng 9	100	97
平均辨識率 Average	86.4	91.8
標準偏差 STD(%)	26.7	16.1
	t 值 t-value	0.36
理論 t 值 Theoretical t-value	t(0.05/2, 5)=2.57	

由附錄一中各表看出台農 67 號和台梗 8 號的分類辨識率都比較低。我們以標準偏差最小模式(表 9) 為六十參數，二隱藏層，第一隱藏層節點 10，第二隱藏層節點 15，學習速率為 0.3，慣量為 0.8，學習次數(epochs)為 200,000，來檢視之。表 17，發現台農 67 號和台梗 8 號彼此誤判，在此模式中台農 67 號誤判給台梗 8 號 26 顆，台梗 8 號誤判給台農 67 號 19 顆，一共是 45 顆之譜，佔分類樣本總數的 9%之多，兩品種分類樣本總數的 22.5%。

若以圖 2 五品種水稻之正規化值與影像參數，我們可以發現其實稈稻的正規化值分佈很相近，尤其是台農 67 號和台梗 8 號的正規化值分佈範圍重疊，可能造成兩者間互相誤判的情況較為嚴重。不過未來若能重新擷取其他參數重新分析，對辨識率的提升可能會有不同的結果。

表 17 影像模式中品種誤判顆粒數

Table 17 Classifying error by number of kernels in image model

六十參數，二隱藏層(10, 15)，lr=0.3，Momentum=0.8，epochs=200,000  
60 parameters, 2 hidden layers(10, 15), lr=0.3, Momentum=0.8, epochs=200,000

	誤判成其他品種之顆數 (by number of kernels)				
	台農私 20 號 Tainung Sen 20	台中私 10 號 Taichung Sen 10	台農 67 號 Tainung 67	台稔 8 號 Taikeng 8	台稔 9 號 Taikeng 9
台農私 20 號 Tainung Sen 20	0	0	0	0	0
台中私 10 號 Taichung Sen 10	0	0	0	0	0
台農 67 號 Tainung 67	0	0	0	26	0
台稔 8 號 Taikeng 8	0	0	19	0	0
台稔 9 號 Taikeng 9	0	0	0	0	0

五品種正規化平均線圖(1997-2000)

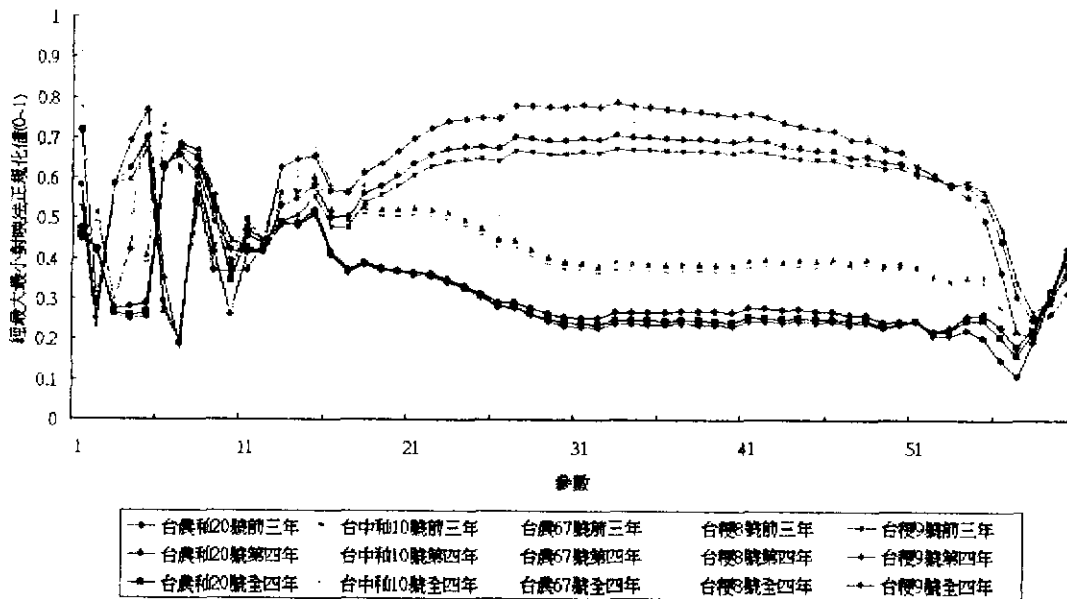


圖 2 五品種水稻之正規化值與影像參數之變化圖

Fig 2 Normalization values changing with image parameters of five variety paddy rice

(二) 近紅外線模式之分類辨識結果：

結合 1997 年一期、1998 年一期、1999 年一期 5 種水稻的訓練組之光譜，經二次差

分再用範圍正規化後(利用一次差分將稻穀本身大小的差異消弭,二次差分消去資料數據的線性平移問題,以增加資料數據的準確性),代入倒傳遞類神經網絡中建立各樣模式,其中最佳分類辨識率模式(表 17 或附錄二表 11)為 194 參數,一隱藏層,節點數 10,學習速率(learning rates, lr)為 0.5,慣量(Momentum)為 0.4,學習次數(epochs)為 50,000,最佳分類(平均辨識率最高)90 年一期 5 種水稻辨識率為 68.7%,標準偏差為 40.2%。由附錄二中知道,五個品種分類的所有模式的平均辨識率只有 27.5%,標準偏差 13.6%。而所有模式的驗證組一指用前三年的數據來驗證前三年建立的模式的正確性,卻能高達 96.2%以上,甚至其中有二十二個五品種分類模式及兩個四品種分類模式的驗證組達 100%的驗證模式正確(參看附錄二)。

由表 18 的最佳分類辨識率模式中看出,台農 67 號並不能辨識出來,若我們將台農 67 號去掉來重新建立分類辨識模式,見表 19 及 20(附錄二表 13 及表 14),我們得四品種分類辨識模式最佳辨識率為 75%,標準偏差為 26.2%。此兩種模式都略能達到提高辨識率,雖然它們的的驗證正確率都達到 99.5%和 100%。

如表 21,194 參數,一隱藏層,隱藏層節點=10,lr=0.5,Momentum=0.4,epochs=50000 的模式裡,台農 67 號有 55 個樣本被判給台稈 9 號,有 24 個樣本判給台稈 8 號,有 20 個樣本判給台中和 10 號。

表 22,四品種分類辨識模式中台稈 8 號與台稈 9 號的互相誤判則相當的嚴重,台稈 8 號誤判 56 個樣本給台稈 9 號,台稈 9 號則誤判 38 個樣本給台稈 8 號,兩者的誤判的樣本數就佔總樣本數的 19%。這或許由圖 3 五品種水稻之正規化值與近紅外線波長之變化圖可以看出一些答案,各品種光譜線並不能清楚分辨出來。

### (三) 結合近紅外線和影像模式之分類辨識結果：

為找出分類辨識率最佳模式,結合近紅外線數據資料和影像數據資料也是其中一種方式(附錄三)。表 23(附錄三表 5),經二次差分,再經 PCA 之近紅外線數據資料(20 個參數)加上經最大最小對映法正規化之影像數據資料(60 個參數)之建立模式為 80 個參數,一隱藏層,隱藏層節點數 5,學習速率為 0.5,慣量為 0.4,學習次數為 50,000,近紅外線加影像組成模式之分類辨識率 82.4%,標準偏差 26.3%。雖然此分類辨識率遠比只以近紅外線數據資料建立模式之最佳分類辨識率 68.7%,標準偏差 40.2%來得高,但面

表 18 三年建立之近紅外線模式對 2000 年水稻品種辨識率

Table 18 The classification and validation rates of paddy rice harvested in 2000 summer based on three NIR model

194 參數，一隱藏層，節點數 10，lr=0.5，Momentum=0.4，epochs=50,000  
194 input nodes, 1 layer, 10 nodes, lr=0.5, momentum=0.4, epochs=50,000

	平均辨識率 average classification rates(%)	台農和 20 號辨識率 Tainung Sen 20 classification rates(%)	台中和 10 號辨識率 Tainung Sen 10 classification rates(%)	台農 67 號 辨識率 Tainung 67 classification rates(%)	台稈 8 號辨 識率 Taikeng 8 classification rates(%)	台稈 9 號辨 識率 Taikeng 9 classification rates(%)	標準偏 差 STD(%)
分類辨識率 classification rates(%)	68.7	78.0	100	0	94.9	70.4	40.2
驗證辨識率 validation rate (%)	99.6	100	100	98.9	98.9	100	0.60
標準偏差 STD(%)	21.8	15.6	0	69.9	2.83	20.9	

表 19 三年建立之全波長近紅外線模式對 2000 年水稻品種辨識率

Table 19 The classification and validation rates of paddy rice harvested in 2000 summer based on three NIR model with wavelength between 1100 nm and 2500 nm

345 參數，一隱藏層，節點數 10，lr=0.5，Momentum=0.4，epochs=50,000  
345 input nodes, 1 layer, 10 nodes, lr=0.5, momentum=0.4, epochs=50,000

	平均辨識率 average classification rates(%)	台農和 20 號 辨識率 Tainung Sen 20 classification rates(%)	台中和 10 號 辨識率 Tainung Sen 10 classification rates(%)	台稈 8 號 辨識率 Taikeng 8 classification rates(%)	台稈 9 號 辨識率 Taikeng 9 classification rates(%)	標準偏 差 STD(%)
分類辨識 classification rates(%)	75.0	100	100	38.8	61.2	26.2
驗證辨識 validation rate (%)	100	100	100	100	100	0
標準偏差 STD(%)	17.7	0	0	43.3	27.4	



表 20 三年建立之去頭尾波長(1504nm-2300nm)近紅外線模式對 2000 年水稻品種辨識率  
 Table 20 The classification and validation rates of paddy rice harvested in 2000 summer based on three-year NIR model with wavelength between 1504nm and 2300nm

194 參數，隱藏層，節點數 10，lr=0.5，Momentum=0.4，epochs=50000 194 input nodes, 1 layer, 10 nodes, lr=0.5，momentum=0.4，epochs=50,000						
	平均辨識率 average classification rates(%)	台農秈 20 號 辨識率 Tainung Sen 20 classification rates(%)	台中秈 10 號 辨識率 Tainung Sen 10 classification rates(%)	台梗 8 號 辨識率 Taikeng 8 classification rates(%)	台梗 9 號 辨識率 Taikeng 9 classification rates(%)	標準偏 差 STD(%)
分類辨識 classification rates(%)	73.0	86.0	100	6.12	100	39.0
驗證辨識 validation rate (%)	99.7	100	100	98.9	100	0.48
標準偏差 STD(%)	18.9	9.90	0	65.6	0	

表 21 近紅外線模式中品種誤判顆粒數

Table 21 Classifying error by number of kernels in NIR model

194 參數，隱藏層(10)，lr=0.5，Momentum=0.4，epochs=50000 194 features，1 hidden layer(10)，lr=0.5，Momentum=0.4，epochs=50000					
	誤判成其他品種之顆數				
	台農秈 20 號 Tainung Sen 20	台中秈 10 號 Taichung Sen 10	台農 67 號 Tainung 67	台梗 8 號 Taikeng 8	台梗 9 號 Taikeng 9
台農秈 20 號 Tainung Sen 20		0	0	0	1
台中秈 10 號 Taichung Sen 10	0		0	0	0
台農 67 號 Tainung 67	0	20		24	55
台梗 8 號 Taikeng 8	0	0	0		5
台梗 9 號 Taikeng 9	0	0	0	29	

表 22 近紅外線技術數據資料建立四品種模式中品種誤判之範例模式

Table 22 Number of kernels by Classifying error in NIR model of 4 varieties of paddy rice

345 參數，一隱藏層(10)，lr=0.5，Momentum=0.4，epochs=50,000  
 345 features, 1 hidden layer(10), lr=0.5, Momentum=0.4, epochs=50,000

	誤判成其他品種之類數, Number of kernels by Classifying error			
	台農私 20 號 Tainung Sen 20	台中私 10 號 Taichung Sen 10	台梗 8 號 Taikeng 8	台梗 9 號 Taikeng 9
台農私 20 號 Tainung Sen 20	/	0	0	0
台中私 10 號 Taichung Sen 10	0	/	0	0
台梗 8 號 Taikeng 8	0	4	/	56
台梗 9 號 Taikeng 9	0	0	38	/

五品種正規化平均線圖(1997-2000)

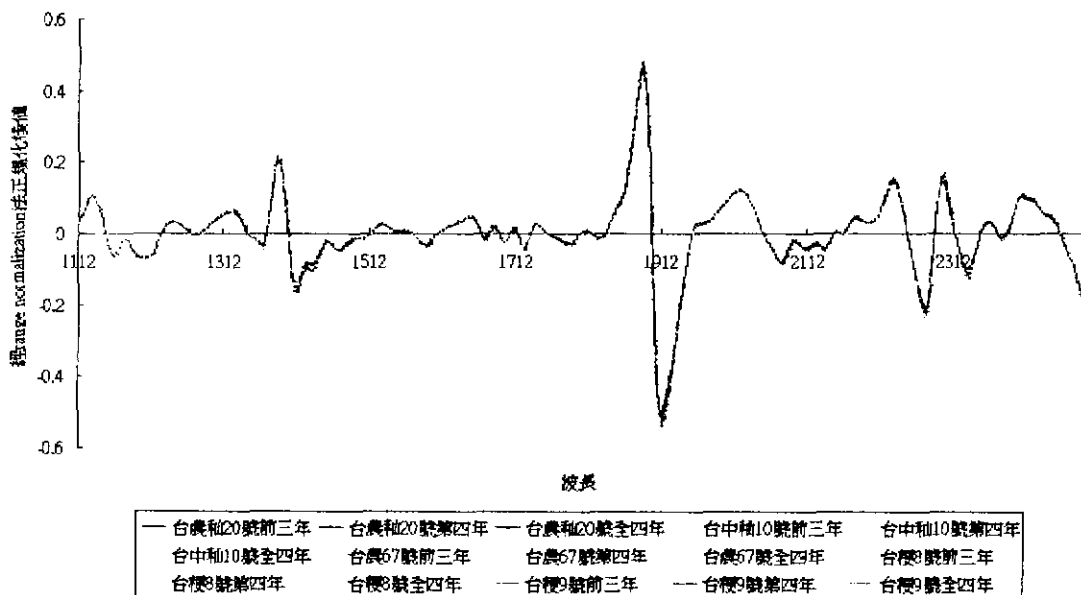


圖 3 五品種水稻之正規化值與近紅外線波長之變化圖

Fig 2 Normalization values changing with near infrared wavelength of five variety paddy rice

對的問題仍然一樣，極高的標準偏差，即是台農 67 號的分類辨識率非常的低，且相比較只以影像數據資料建立模式之最佳分類辨識率 91.8%，標準偏差 16.1%來說差了接近十個百分點。此類模式的驗證正確率也是很高，達 98.1%以上。而一共十五個模式的平均辨識率是 62.6%，標準偏差 9.61%。表 24 中看出，在最佳分類辨識率模式中，有 61 類的台農 67 號給誤判成台農 8 號，有 22 類的台農 9 號給誤判成台農 8 號，有 4 類的台中私 10 號給誤判成台農 8 號，這佔分類總樣本數的 17.6%強。這與影像及近紅外線模式的趨勢有些一致。

表 23 近紅外線 PCA 加影像(80 參數)模式一隱藏層之網路變動隱藏層節點數下各品種分類辨識率

Table 23 The effect of nodes on classification rates of combined 80 parameter NIR and image model

80 個參數，隱藏層，lr=0.5，Momentum=0.4，epochs=50,000 80 parameters, 1 layer, lr=0.5, Momentum=0.4, epochs=50,000							
節點數 nodes	平均辨識率 average classification rates(%)	台農 20 號 辨識率 Tainung Sen 20 classification rates (%)	台中 10 號 辨識率 Taichung Sen 10 classification rates (%)	台農 67 號 辨識率 Tainung 67 classification rates (%)	台農 8 號 辨識率 Taikeng 8 classification rates (%)	台農 9 號 辨識率 Taikeng 9 classification rates (%)	標準偏 差 STD(%)
5	82.4	100	95.9	38.4	100	77.6	26.3
20	74.2	100	96.9	45.4	100	28.6	34.5
40	74.6	100	96.9	58.6	100	17.4	36.4
50	68.3	100	94.9	37.4	100	9.18	42.3
80	70.5	100	98.0	44.4	100	10.2	41.3
標準偏 差 STD(%)	5.38	0	1.17	8.46	0	28.5	

表 24 結合近紅外線和影像模式中品種誤判顆粒數

Table 24 Classifying error by number of kernels in the combined NIR and image model

80 參數， 隱藏層(5)， lr=0.5， Momentum=0.4， epochs=50,000					
80 features， 1 hidden layer(5)， lr=0.5， Momentum=0.4， epochs=50,000					
	誤判成其他品種之顆數(error by number of kernels)				
	台農私 20 號 Tainung Sen 20	台中私 10 號 Taichung Sen 10	台農 67 號 Tainung 67	台稈 8 號 Taikeng 8	台稈 9 號 Taikeng 9
台農私 20 號 Tainung Sen 20		0	0	0	0
台中私 10 號 Taichung Sen 10	1		0	4	0
台農 67 號 Tainung 67	0	0		61	0
台稈 8 號 Taikeng 8	0	0	0		5
台稈 9 號 Taikeng 9	0	0	0	22	

#### 四. 結論

1997 年一期、1998 年一期、1999 年一期及 2000 年一期之 5 種台中區水稻品種(台農私 20 號、台中私 10 號、台農 67 號、台稈 8 號、台稈 9 號)，利用近紅外線光譜數據資料經二次差分及範圍正規化，建立最佳近紅外線模式；以及用近紅外線光譜數據資料經二次差分再 PCA 加上經最大最小對映法正規化的影像數據資料後結合近紅線及影像的數據資料所建立模式；及影像數據資料經最大最小對映法的正規化後，代入 NeuralWorks Professional II/PLUS 軟體建立倒傳遞類神經網絡模式，以用來辨識 2000 年水稻品種，結果如下：

1. 雖然不同的影像分類辨識模式有不同的分類辨識率，但使用成對 t 值檢驗發現，其實最佳分類辨識率模式和最低分類辨識率模式，最大標準差模式和最小標準差模式，以及最大結構模式和最小結構模式間都沒有顯著的差異。六十個參數，兩個隱藏層，第一隱藏層節點數為 10，第二隱藏層節點數為 15，學習速率(Learning

rates, lr)為 0.3, 慣量(Momentum)為 0.9, 以及學習次數(epochs)為 200,000 時, 三年建立最佳影像模式分類辨識第 4 年(2000 年)水稻品種平均辨識率為 91.8%, 標準偏差為 16.1%。

2. 使用近紅外線原始光譜作二次差分再經範圍正規化, 代入 NeuralWorks Professional II/PLUS 軟體建立倒傳遞類神經網絡模式, 三年建立最佳近紅外線模式為 194 參數, 一隱藏層, 節點數 10, 學習速率(learning rates, lr)為 0.5, 慣量(Momentum)為 0.4, 學習次數(epochs)為 50,000。分類辨識第 4 年(2000 年)5 種水稻品種平均辨識率為 68.7%, 標準偏差為 40.2%。以近紅外線光譜經二次差分再經範圍正規化值與波長變化圖來看, 各品種本身性質難於區隔, 特別台農 67 號和台稉 9 號稻種間的光譜性質極為相近, 可能稻種間的光譜性質差異受制於氣候、土壤等綜合影響, 造成了分類辨識上的困難。
3. 結合近紅線及影像的數據資料所建立之分類辨識率為 82.4%, 標準偏差 26.3%。此模式為 80 個參數, 一隱藏層, 隱藏層節點數 5, 學習速率為 0.5, 慣量為 0.4, 學習次數為 50,000。此結果介於近紅外線及影像模式之間, 尤其台農 67 號仍存在辨識困難。

## 五. 致謝

本文承蒙國科會計劃編號 NSC 90-2313-B-002-327 之經費支援下方得以完成, 謹致謝意, 在研究期間承蒙台大生物產業機電工程系周瑞仁及林達德教授, 興大農機系萬一恣教授, 與台大生物產業機電工程所前研究生張鴻文先生提供寶貴意見, 及台中農業改良場米質實驗室提供試驗材料, 一併致謝。

## 六. 參考文獻

1. 張鴻文、蕭介宗、李盛銘、洪梅珠。2000。以近紅外線及影像技術鑑別水稻品種。農機學刊 9(4):1-16。
2. 李汪盛、蕭介宗。1996。資料處理對於稻穀食味主要成分之近紅外線校正線之影響。農業機械學刊 5(4):19-34。
3. 彭智平、李汪盛、蕭介宗。1997。以近紅外線分光光度計偵測影響稻米食味主要成

分。中國農業工程學報 43(2):56-72

4. 李盛銘。1998。以近紅外線與影像技術鑑別水稻品種。臺北：台灣大學農機系研究所碩士論文。
5. 夏賀元康、川村周三、伊藤和彥。1993。近赤外分光法對穀物成分測定之精度(第二報)。農業機械學會誌 55(1):109-115。
6. 陳正義、謝英雄、曾美倉。1989。判別水稻穀粒外型之品種差異-利用影像處理技術。中國統計學報 27 (7):21-36。
7. 陳育仁。1994。近紅外線光譜分析技術用於穀物品質之偵測與分級 I、II。穀物非破壞性檢測。第二冊。初版, 35-52。臺北：行政院農委會降低稻米製銷成本技術服務團, 稻米加工自動化技術服務團。
8. 張鴻文。2000。以近紅外線及影像技術鑑別不同年份之水稻品種。臺北：台灣大學農業機械工程研究所碩士論文。
9. 葉怡成著。1993。類神經網絡模式應用與實作, 儒林圖書有限公司。
10. 黃正華。1987。台灣稻作品種圖誌。農委會、農林廳、亞太糧肥技術中心編印。
11. 萬一怒、盛中德、楊智超、何榮祥。1998。胴裂米以類神經網絡檢測之研究。農業工程學報 44 (1):67-80。
12. 曾美倉、謝英雄、陳正義。1990。利用穀粒外形影像特徵之樣本平均數來判別水稻栽培種。台大農學院研究報告 30(4):58-65。
13. 劉民卿、蕭介宗。1995。以近紅外線光譜儀感測稻米之含水率及蛋白質含量。農業機械學刊 4(3):1-14。
14. 謝志誠、林勁助。1994。以類神經網絡技術作青椒形狀及大小之分級。農業機械學刊 3(3):15-27。
15. 蔡養正。1988。作物微細構造在研究上之應用。科學農業 36(5-6):144-164。
16. 呂理藥、林鳳池。1980。一些屬於菊科沙草科和禾本科雜草種子之掃描式電子顯微鏡之研究。中華民國雜草學會會刊 1(1):23-51。
17. 謝英雄、曾美倉、陳正義。1989。水稻穀粒表面特徵之計量方法。科學農業 37(3-4):115-117。
18. 陳正義。1989。以電腦視覺探討水稻栽培種穀粒外型之差異。臺北：台灣大學農藝學研究所碩士論文。

19. Chen, Y. R., S. R. Delwiche, and W. R. Hruschka. 1995. Classification of hard red wheat by feed forward backpropagation neural network. *Cereal Chem.* 72(3) : 317-319.
20. Delwiche, S. R., Y. R. Chen, and W. R. Hruschka. 1995. Differentiation of hard red wheat by near-infrared analysis of bulk samples. *Cereal Chem.* 72(3) : 243-247.
21. Travis, A. J. and S. R. Draper. 1985. A computer based system for the recognition of seed shape. *Seed Sci. & Technol.* 14 : 715-724.
22. Unscrambler user's guide, 1994. CAMO A/S . Olav Tryggvasonsgt 24, N-7011 Trondheim, Norway.
23. Velleman, P. F. and R. E. Welsch. 1981. Efficient computing of regression diagnostics. *The Amer. Statistician* . 35:234-242.
24. Yamashita, R. 1993. New technology in grain postharvesting. Farm Machinery Industrial Research Corp., Tokyo 101, Japan.
25. Zayar, I., F. S. Lai and Y. Pomeranz. 1986. Discrimination between wheat classes and varieties by image analysis. *Cereal Chem.* 63(1) : 52-66.

附錄 (一) 變動隱藏層,節點數,學習速率,慣量對各品種辨識率之影響

表 1 只有一隱藏層之網路在固定其餘參數變動隱藏層節點數下各品種辨識率

六十參數, 一隱藏層, lr=0.5, Momentum=0.4, epochs=200000							
節點數	平均辨識率(%)	台農柚 20 號辨識率 (%)	台中和 10 號辨識率 (%)	台農 67 號辨識率(%)	台梗 8 號辨識率(%)	台梗 9 號辨識率 (%)	標準偏差
10	88.6	100	100	76.0	67.0	100	16.0
15	89.4	100	100	74.0	73.0	100	14.5
20	88.6	100	100	71.0	72.0	100	15.6
25	89.8	100	100	71.0	78.0	100	14.2
30	90.4	100	100	73.0	79.0	100	13.3
35	90.2	100	100	70.0	81.0	100	14.0
40	89.2	100	100	72.0	74.0	100	14.8
45	89.4	100	100	74.0	73.0	100	14.5
50	90.4	100	100	69.0	83.0	100	14.0
標準偏差	0.70	0	0	2.22	5.05	0	

表 2 有雙隱藏層之網路在固定其餘參數變動第二隱藏層節點數下各品種辨識率

六十參數, 二隱藏層, 第一隱藏層節點 10, lr=0.5, Momentum=0.4, epochs=200000							
節點數	平均辨識率(%)	台農柚 20 號辨識率 (%)	台中和 10 號辨識率 (%)	台農 67 號辨識率(%)	台梗 8 號辨識率(%)	台梗 9 號辨識率 (%)	標準偏差
10	89.4	100	100	75.0	72.0	100	14.6
15	90.4	100	100	72.0	80.0	100	13.4
20	89.6	100	100	73.0	75.0	100	14.2
25	90.8	100	100	73.0	81.0	100	12.9
30	89.6	100	100	75.0	73.0	100	14.2
35	89.2	100	100	75.0	71.0	100	14.8
40	89.4	100	100	74.0	73.0	100	14.5
45	89.8	100	100	74.0	75.0	100	14.0
50	89.6	100	100	71.0	77.0	100	14.4
標準偏差	0.52	0	0	1.42	3.49	0	



表 3 有雙隱藏層之網路在固定其餘參數變動第二隱藏層節點數下各品種辨識率

六十參數，二隱藏層，第一隱藏層節點 30，lr=0.5，Momentum=0.4， epochs=200000							
節點數	平均辨識率(%)	台農秈 20 號辨識率 (%)	台中秈 10 號辨識率 (%)	台農 67 號辨識率(%)	台稈 8 號辨識率(%)	台稈 9 號辨識率 (%)	標準偏差
10	89.0	100	100	72.0	73.0	100	15.1
15	88.4	100	100	80.0	62.0	100	17.1
20	90.2	100	100	79.0	72.0	100	13.6
25	90.0	100	100	76.0	74.0	100	13.7
30	90.6	100	100	72.0	81.0	100	13.3
35	89.6	100	100	75.0	73.0	100	14.2
40	89.8	100	100	75.0	74.0	100	14.0
45	89.8	100	100	75.0	74.0	100	14.0
50	90.4	100	100	73.0	79.0	100	13.3
標準偏差	0.69	0	0	2.82	5.27	0	

表 4 有雙隱藏層之網路在固定其餘參數變動第二隱藏層節點數下各品種辨識率

六十參數，二隱藏層，第一隱藏層節點 50，lr=0.5，Momentum=0.4， epochs=200000							
節點數	平均辨識率(%)	台農秈 20 號辨識率 (%)	台中秈 10 號辨識率 (%)	台農 67 號辨識率(%)	台稈 8 號辨識率(%)	台稈 9 號辨識率 (%)	標準偏差
10	89.8	100	100	88.0	61.0	100	17.0
15	90.2	100	100	74.0	77.0	100	13.5
20	89.8	100	100	76.0	73.0	100	14.0
25	90.6	100	100	72.0	81.0	100	13.2
30	90.0	100	100	74.0	74.0	100	14.2
35	89.8	100	100	74.0	75.0	100	14.0
40	90.2	100	100	73.0	78.0	100	13.5
45	89.6	100	100	75.0	73.0	100	14.2
50	89.8	100	100	78.0	71.0	100	14.2
標準偏差	0.31	0	0	4.82	5.63	0	

表 5 只有一隱藏層之網路在固定其餘參數變動學習速率下各品種辨識率

六十參數，一隱藏層，隱藏層節點 10，Momentum=0.4，epochs=200000							
lr(learning rates), 學習速率	平均辨識率(%)	台農 20 號辨識率(%)	台中 10 號辨識率(%)	台農 67 號辨識率(%)	台梗 8 號辨識率(%)	台梗 9 號辨識率(%)	標準偏差
0.1	89.6	100	100	61.0	87.0	100	16.9
0.2	89.0	100	100	65.0	80.0	100	16.0
0.3	89.8	100	100	69.0	80.0	100	15.5
0.4	88.8	100	100	71.0	73.0	100	15.4
0.5	88.6	100	100	76.0	67.0	100	15.9
0.6	88.6	100	100	80.0	63.0	100	16.7
0.7	87.4	100	100	83.0	54.0	100	20.1
0.8	87.0	100	100	88.0	47.0	100	23.0
0.9	87.0	100	100	93.0	42.0	100	25.3
1.0	86.4	100	100	93.0	39.0	100	26.7
標準偏差	1.18	0	0	11.4	17.1	0	

表 6 只有一隱藏層之網路在固定其餘參數變動慣量下各品種辨識率

六十參數，一隱藏層，隱藏層節點 10，lr=0.5，epochs=200000							
Momentum, 慣量	平均辨識率(%)	台農 20 號辨識率(%)	台中 10 號辨識率(%)	台農 67 號辨識率(%)	台梗 8 號辨識率(%)	台梗 9 號辨識率(%)	標準偏差
0.1	88.6	100	100	71.0	72.0	100	15.6
0.2	88.6	100	100	73.0	70.0	100	15.6
0.3	89.0	100	100	75.0	70.0	100	15.2
0.4	88.6	100	100	76.0	67.0	100	15.9
0.5	88.6	100	100	79.0	64.0	100	16.5
0.6	88.8	100	100	81.0	63.0	100	16.6
0.7	89.4	100	100	86.0	61.0	100	17.0
0.8	90.2	100	100	80.0	71.0	100	13.8
0.9	90.0	100	100	51.0	99.0	100	21.8
標準偏差	0.63	0	0	9.96	11.3	0	

表 7 隱藏層之網路在特定參數下變動慣量各品種辨識率

六十參數，一隱藏層，隱藏層節點 30，lr=0.1，epochs=200000							
Momentum, 慣量	平均辨識率 (%)	台農和 20 號辨識率 (%)	台中和 10 號辨識率 (%)	台農 67 號辨識率 (%)	台稈 8 號辨識率 (%)	台稈 9 號辨識率 (%)	標準偏差
0.3	89.4	100	100	50.0	97.0	100	22.1
0.7	90.2	100	100	69.0	82.0	100	14.2
0.8	91.0	100	100	66.0	89.0	100	14.8
0.9	89.4	100	100	48.0	100	99.0	23.1
標準偏差	0.76	0	0	10.8	8.12	0.5	

表 8 隱藏層之網路在特定參數下變動慣量各品種辨識率

六十參數，一隱藏層，隱藏層節點 30，lr=0.3，epochs=200000							
Momentum, 慣量	平均辨識率 (%)	台農和 20 號辨識率 (%)	台中和 10 號辨識率 (%)	台農 67 號辨識率 (%)	台稈 8 號辨識率 (%)	台稈 9 號辨識率 (%)	標準偏差
0.3	89.6	100	100	60.0	88.0	100	17.3
0.7	90.2	100	100	72.0	79.0	100	13.6
0.8	90.6	100	100	69.0	85.0	100	13.8
0.9	90.6	100	100	53.0	100	100	21
標準偏差	0.47	0	0	8.66	8.83	0	

表 9 隱藏層之網路在特定參數下變動慣量各品種辨識率

六十參數，一隱藏層，隱藏層節點 35，lr=0.1，epochs=200000							
Momentum, 慣量	平均辨識率 (%)	台農和 20 號辨識率 (%)	台中和 10 號辨識率 (%)	台農 67 號辨識率 (%)	台稈 8 號辨識率 (%)	台稈 9 號辨識率 (%)	標準偏差
0.3	88.4	100	100	50.0	92.0	100	21.7
0.7	90.8	100	100	66.0	88.0	100	14.8
0.8	91.2	100	100	64.0	92.0	100	15.6
0.9	88.8	100	100	44.0	100	100	25.0
標準偏差	1.40	0	0	10.7	5.03	0	

表 10 隱藏層之網路在特定參數下變動慣量各品種辨識率

六十參數，一隱藏層，隱藏層節點 35，lr=0.3，epochs=200000							
Momentum，慣量	平均辨識率 (%)	台農 20 號辨識率 (%)	台中 10 號辨識率 (%)	台農 67 號辨識率 (%)	台梗 8 號辨識率 (%)	台梗 9 號辨識率 (%)	標準偏差
0.3	88.8	100	100	60.0	84.0	100	17.5
0.7	90.2	100	100	69.0	82.0	100	14.2
0.8	90.6	100	100	68.0	85.0	100	14.2
0.9	89.2	100	100	46.0	100	100	24.1
標準偏差	0.84	0	0	10.6	8.26	0	

表 11 隱藏層之網路在特定參數下變動慣量各品種辨識率

六十參數，一隱藏層，隱藏層節點 50，lr=0.1，epochs=200000							
Momentum，慣量	平均辨識率 (%)	台農 20 號辨識率 (%)	台中 10 號辨識率 (%)	台農 67 號辨識率 (%)	台梗 8 號辨識率 (%)	台梗 9 號辨識率 (%)	標準偏差
0.3	89.2	100	100	50.0	96.0	100	22.0
0.7	90.6	100	100	62.0	92.0	99.0	16.3
0.8	91.0	100	100	67.0	88.0	100	14.4
0.9	87.8	100	100	39.0	100	100	27.3
標準偏差	1.45	0	0	12.6	5.16	0	

表 12 隱藏層之網路在特定參數下變動慣量各品種辨識率

六十參數，一隱藏層，隱藏層節點 50，lr=0.3，epochs=200000							
Momentum，慣量	平均辨識率 (%)	台農 20 號辨識率 (%)	台中 10 號辨識率 (%)	台農 67 號辨識率 (%)	台梗 8 號辨識率 (%)	台梗 9 號辨識率 (%)	標準偏差
0.3	89.4	100	100	58.0	89.0	100	18.2
0.7	91.2	100	100	68.0	88.0	100	14.0
0.8	91.0	100	100	70.0	85.0	100	13.4
0.9	91.0	100	100	49.0	100	100	22.8
標準偏差	0.84	0	0	9.71	6.56	0	

表 13 有二隱藏層之網路在特定參數下變動慣量各品種辨識率

六十參數，二隱藏層，第一隱藏層節點 10，第二隱藏層節點 15，lr=0.1， epochs=200000							
Momentum，慣量	平均辨識率 (%)	台農秈 20 號辨識率 (%)	台中秈 10 號辨識率 (%)	台農 67 號辨識率 (%)	台梗 8 號 辨識率 (%)	台梗 9 號 辨識率 (%)	標準偏差
0.3	88.6	100	100	55.0	88.0	100	19.5
0.7	91.0	100	100	69.0	86.0	100	13.7
0.8	90.8	100	100	71.0	83.0	100	13.3
0.9	88.8	100	100	57.0	99.0	88.0	18.5
標準偏差	1.27	0	0	8.16	7.00	0	

表 14 有二隱藏層之網路在特定參數變動慣量下各品種辨識率

六十參數，二隱藏層，第一隱藏層節點 10，第二隱藏層節點 15，lr=0.3， epochs=200000							
Momentum，慣量	平均辨識率 (%)	台農秈 20 號辨識率 (%)	台中秈 10 號辨識率 (%)	台農 67 號辨識率 (%)	台梗 8 號 辨識率 (%)	台梗 9 號 辨識率 (%)	標準偏差
0.3	88.8	100	100	62.0	82.0	100	16.9
0.7	90.6	100	100	70.0	83.0	100	13.7
0.8	91.0	100	100	74.0	81.0	100	12.6
0.9	91.8	100	100	63.0	99.0	97.0	16.1
標準偏差	1.27	0	0	5.74	8.54	0	

表 15 有二隱藏層之網路在特定參數變動慣量下各品種辨識率

六十參數，二隱藏層，第一隱藏層節點 10，第二隱藏層節點 25，lr=0.1， epochs=200000							
Momentum，慣量	平均辨識率 (%)	台農秈 20 號辨識率 (%)	台中秈 10 號辨識率 (%)	台農 67 號辨識率 (%)	台梗 8 號 辨識率 (%)	台梗 9 號 辨識率 (%)	標準偏差
0.3	88.6	100	100	53.0	90.0	100	20.4
0.7	90.0	100	100	68.0	82.0	100	14.6
0.8	90.6	100	100	67.0	86.0	100	14.5
0.9	89.4	100	100	54.0	93.0	100	20.0
標準偏差	0.85	0	0	8.10	4.79	0	

表 16 有二隱藏層之網路在特定參數變動慣量下各品種辨識率

六十參數，二隱藏層，第一隱藏層節點 10，第二隱藏層節點 25，lr=0.3， epochs=200000							
Momentum，慣量	平均辨識率 (%)	台農 20 號辨識率 (%)	台中 10 號辨識率 (%)	台農 67 號辨識率 (%)	台梗 8 號辨識率 (%)	台梗 9 號辨識率 (%)	標準偏差
0.3	89.8	100	100	64.0	85.0	100	15.8
0.7	90.2	100	100	73.0	78.0	100	13.5
0.8	90.6	100	100	70.0	83.0	100	13.7
0.9	90.0	100	100	62.0	88.0	100	16.5
標準偏差	0.34	0	0	5.12	4.20	0	

表 17 有二隱藏層之網路在特定參數下變動慣量各品種辨識率

六十參數，二隱藏層，第一隱藏層節點 30，第二隱藏層節點 20，lr=0.1， epochs=200000							
Momentum，慣量	平均辨識率 (%)	台農 20 號辨識率 (%)	台中 10 號辨識率 (%)	台農 67 號辨識率 (%)	台梗 8 號辨識率 (%)	台梗 9 號辨識率 (%)	標準偏差
0.3	89.0	100	100	62.0	83.0	100	16.8
0.7	90.4	100	100	72.0	80.0	100	13.4
0.8	91.2	100	100	71.0	85.0	100	13
0.9	89.8	100	100	54.0	95.0	100	20.1
標準偏差	0.93	0	0	8.46	6.5	0	

表 18 有二隱藏層之網路在特定參數下變動慣量各品種辨識率

六十參數，二隱藏層，第一隱藏層節點 30，第二隱藏層節點 20，lr=0.3， epochs=200000							
Momentum，慣量	平均辨識率 (%)	台農 20 號辨識率 (%)	台中 10 號辨識率 (%)	台農 67 號辨識率 (%)	台梗 8 號辨識率 (%)	台梗 9 號辨識率 (%)	標準偏差
0.3	89.4	100	100	72.0	75.0	100	14.6
0.7	90.2	100	100	74.0	77.0	100	13.5
0.8	90.6	100	100	74.0	79.0	100	13.0
0.9	91.0	100	100	67.0	88.0	100	14.4
標準偏差	0.68	0	0	3.30	5.74	0	

表 19 有二隱藏層之網路在特定參數變動慣量下各品種辨識率

六十參數，二隱藏層，第一隱藏層節點 30，第二隱藏層節點 25，lr=0.1，  
epochs=200000

Momentum, 慣量	平均辨識率 (%)	台農 20 號辨識率 (%)	台中 10 號辨識率 (%)	台農 67 號辨識率 (%)	台梗 8 號辨識率 (%)	台梗 9 號辨識率 (%)	標準偏差
0.3	88.6	100	100	54.0	89.0	100	19.9
0.7	89.0	100	100	71.0	74.0	100	15.1
0.8	89.8	100	100	73.0	76.0	100	14
0.9	90.0	100	100	55.0	56.0	99.0	24.2
標準偏差	0.66	0	0	10.1	13.6	0.50	

表 20 有二隱藏層之網路在特定參數變動慣量下各品種辨識率

六十參數，二隱藏層，第一隱藏層節點 30，第二隱藏層節點 25，lr=0.3，  
epochs=200000

Momentum, 慣量	平均辨識率 (%)	台農 20 號辨識率 (%)	台中 10 號辨識率 (%)	台農 67 號辨識率 (%)	台梗 8 號辨識率 (%)	台梗 9 號辨識率 (%)	標準偏差
0.3	89.2	100	100	66.0	80.0	100	16.6
0.7	89.6	100	100	78.0	70.0	100	14.5
0.8	89.6	100	100	78.0	70.0	100	14.5
0.9	90.2	100	100	64.0	88.0	99.0	15.5
標準偏差	0.41	0	0	7.55	8.72	0.50	

表 21 有二隱藏層之網路在特定參數變動慣量下各品種辨識率

六十參數，二隱藏層，第一隱藏層節點 30，第二隱藏層節點 30，lr=0.1，  
epochs=200000

Momentum, 慣量	平均辨識率 (%)	台農 20 號辨識率 (%)	台中 10 號辨識率 (%)	台農 67 號辨識率 (%)	台梗 8 號辨識率 (%)	台梗 9 號辨識率 (%)	標準偏差
0.3	89.4	100	100	51.0	97.0	99.0	21.5
0.7	90.2	100	100	63.0	88.0	100	16.1
0.8	90.6	100	100	68.0	85.0	100	14.2
0.9	88.2	100	100	42.0	100	99.0	25.8
標準偏差	1.06	0	0	11.7	7.14	0.58	

表 22 有二隱藏層之網路在特定參數變動慣量下各品種辨識率

六十參數，二隱藏層，第一隱藏層節點 30，第二隱藏層節點 30，lr=0.3， epochs=200000							
Momentum，慣量	平均辨識率 (%)	台農秈 20 號辨識率 (%)	台中秈 10 號辨識率 (%)	台農 67 號辨識率 (%)	台梗 8 號 辨識率 (%)	台梗 9 號 辨識率 (%)	標準偏差
0.3	90.2	100	100	63.0	88.0	100	16.1
0.7	91.0	100	100	71.0	82.0	100	13.4
0.8	90.2	100	100	74.0	77.0	100	13.5
0.9	90.2	100	100	52.0	100	99.0	21.4
標準偏差	0.40	0	0	9.83	9.91	0.50	

表 23 有二隱藏層之網路在特定參數變動慣量下各品種辨識率

六十參數，二隱藏層，第一隱藏層節點 30，第二隱藏層節點 50，lr=0.1， epochs=200000							
Momentum，慣量	平均辨識率 (%)	台農秈 20 號辨識率 (%)	台中秈 10 號辨識率 (%)	台農 67 號辨識率 (%)	台梗 8 號 辨識率 (%)	台梗 9 號 辨識率 (%)	標準偏差
0.3	88.6	100	100	61.0	82.0	100	17.3
0.7	90.4	100	100	70.0	82.0	100	13.8
0.8	90.6	100	100	73.0	80.0	100	13.1
0.9	89.4	100	100	51.0	96.0	99.0	21.4
標準偏差	0.93	0	0	9.91	7.40	0.50	

表 24 有二隱藏層之網路在特定參數變動慣量下各品種辨識率

六十參數，二隱藏層，第一隱藏層節點 30，第二隱藏層節點 50，lr=0.3， epochs=200000							
Momentum，慣量	平均辨識率 (%)	台農秈 20 號辨識率 (%)	台中秈 10 號辨識率 (%)	台農 67 號辨識率 (%)	台梗 8 號 辨識率 (%)	台梗 9 號 辨識率 (%)	標準偏差
0.3	89.8	100	100	70.0	79.0	100	14.3
0.7	90.6	100	100	73.0	80.0	100	13.1
0.8	89.8	100	100	74.0	75.0	100	14.0
0.9	90.0	100	100	59.0	91.0	100	17.8
標準偏差	0.38	0	0	6.88	6.85	0	



表 25 有二隱藏層之網路在特定參數變動慣量下各品種辨識率

六十參數，二隱藏層，第一隱藏層節點 5 0，第二隱藏層節點 2 5，lr=0.1， epochs=200000							
Momentum 慣量	平均辨識率 (%)	台農 20 號辨識率 (%)	台中 10 號辨識率 (%)	台農 67 號辨識率 (%)	台稈 8 號辨識率 (%)	台稈 9 號辨識率 (%)	標準偏差
0.3	89.0	100	100	56.0	90.0	99.0	18.9
0.7	91.0	100	100	70.0	86.0	99.0	13.2
0.8	91.0	100	100	70.0	85.0	100	13.4
0.9	89.2	100	100	46.0	100	100	24.1
標準偏差	1.10	0	0	11.7	6.85	0.58	

表 26 有二隱藏層之網路在特定參數下變動慣量各品種辨識率

六十參數，二隱藏層，第一隱藏層節點 5 0，第二隱藏層節點 2 5，lr=0.3， epochs=200000							
Momentum 慣量	平均辨識率 (%)	台農 20 號辨識率 (%)	台中 10 號辨識率 (%)	台農 67 號辨識率 (%)	台稈 8 號辨識率 (%)	台稈 9 號辨識率 (%)	標準偏差
0.3	90.6	100	100	69.0	84.0	100	13.9
0.7	90.2	100	100	72.0	79.0	100	13.6
0.8	90.8	100	100	75.0	79.0	100	12.7
0.9	90.4	100	100	52.0	100	100	21.5
標準偏差	0.26	0	0	10.3	9.95	0	

表 27 有二隱藏層之網路在特定參數下變動慣量各品種辨識率

六十參數，二隱藏層，第一隱藏層節點 5 0，第二隱藏層節點 3 0，lr=0.1， epochs=200000							
Momentum 慣量	平均辨識率 (%)	台農 20 號辨識率 (%)	台中 10 號辨識率 (%)	台農 67 號辨識率 (%)	台稈 8 號辨識率 (%)	台稈 9 號辨識率 (%)	標準偏差
0.3	89.6	100	100	52.0	96.0	100	21.1
0.7	90.6	100	100	72.0	81.0	100	13.2
0.8	91.0	100	100	71.0	84.0	100	13.2
0.9	90.0	100	100	62.0	90.0	99.0	16.3
標準偏差	0.62	0	0	9.32	6.65	0.50	

表 28 有二隱藏層之網路在特定參數變動慣量下各品種辨識率

六十參數，二隱藏層，第一隱藏層節點 5 0，第二隱藏層節點 3 0，lr=0.3， epochs=200000							
Momentum，慣量	平均辨識率 (%)	台農 20 號辨識率 (%)	台中 10 號辨識率 (%)	台農 67 號辨識率 (%)	台梗 8 號辨識率 (%)	台梗 9 號辨識率 (%)	標準偏差
0.3	89.8	100	100	64.0	85.0	100	15.8
0.7	89.8	100	100	73.0	76.0	100	14.0
0.8	90.4	100	100	73.0	79.0	100	13.3
0.9	89.4	100	100	64.0	84.0	99.0	15.7
標準偏差	0.41	0	0	5.20	4.24	0.50	

表 29 有二隱藏層之網路在特定參數下變動慣量各品種辨識率

六十參數，二隱藏層，第一隱藏層節點 5 0，第二隱藏層節點 4 0，lr=0.1， epochs=200000							
Momentum，慣量	平均辨識率 (%)	台農 20 號辨識率 (%)	台中 10 號辨識率 (%)	台農 67 號辨識率 (%)	台梗 8 號辨識率 (%)	台梗 9 號辨識率 (%)	標準偏差
0.3	88.6	100	100	54.0	89.0	100	19.9
0.7	90.8	100	100	69.0	85.0	100	13.8
0.8	91.2	100	100	59.0	97.0	100	18.0
0.9	87.4	100	100	37.0	100	100	28.2
標準偏差	1.81	0	0	13.4	6.95	0	

表 30 有二隱藏層之網路在特定參數變動慣量下各品種辨識率

六十參數，二隱藏層，第一隱藏層節點 5 0，第二隱藏層節點 4 0，lr=0.3， epochs=200000							
Momentum，慣量	平均辨識率 (%)	台農 20 號辨識率 (%)	台中 10 號辨識率 (%)	台農 67 號辨識率 (%)	台梗 8 號辨識率 (%)	台梗 9 號辨識率 (%)	標準偏差
0.3	89.8	100	100	68.0	81.0	100	14.7
0.7	90.6	100	100	72.0	81.0	100	13.2
0.8	91.4	100	100	70.0	87.0	100	13.2
0.9	90.6	100	100	53.0	100	100	21.0
標準偏差	0.65	0	0	8.66	8.96	0	

表 31 有二隱藏層之網路在特定參數變動慣量下各品種辨識率

六十參數，二隱藏層，第一隱藏層節點 5 0，第二隱藏層節點 5 0，lr=0.1， epochs=200000							
Momentum，慣量	平均辨識率 (%)	台農 20 號辨識率 (%)	台中 10 號辨識率 (%)	台農 67 號辨識率 (%)	台稈 8 號辨識率 (%)	台稈 9 號辨識率 (%)	標準偏差
0.3	88.6	100	100	60.0	83.0	100	17.6
0.7	89.8	100	100	71.0	78.0	100	14.2
0.8	89.6	100	100	76.0	72.0	100	14.3
0.9	90.0	100	100	60.0	91.0	100	17.3
標準偏差	0.62	0	0	8.06	8.04	0	

表 32 有二隱藏層之網路在特定參數變動慣量下各品種辨識率

六十參數，二隱藏層，第一隱藏層節點 5 0，第二隱藏層節點 5 0，lr=0.3， epochs=200000							
Momentum，慣量	平均辨識率 (%)	台農 20 號辨識率 (%)	台中 10 號辨識率 (%)	台農 67 號辨識率 (%)	台稈 8 號辨識率 (%)	台稈 9 號辨識率 (%)	標準偏差
0.3	89.6	100	100	70.0	78.0	100	14.5
0.7	90.0	100	100	73.0	77.0	100	13.8
0.8	89.8	100	100	77.0	72.0	100	14.1
0.9	90.4	100	100	65.0	87.0	100	15.3
標準偏差	0.34	0	0	5.06	6.24	0	

表 33 只有一隱藏層之網路在固定其餘參數變動學習次數下各品種辨識率

六十參數，一隱藏層，隱藏層節點 3 0，lr=0.5，Momentum=0.4							
Epochs，學習次數(千次，K)	平均辨識率 (%)	台農 20 號辨識率 (%)	台中 10 號辨識率 (%)	台農 67 號辨識率 (%)	台稈 8 號辨識率 (%)	台稈 9 號辨識率 (%)	標準偏差
50	90.0	100	100	73.0	77.0	100	13.8
100	90.4	100	100	72.0	80.0	100	13.4
150	90.4	100	100	73.0	79.0	100	13.3
200	90.4	100	100	73.0	79.0	100	13.3
標準偏差	0.2	0	0	0.5	1.26	0	

表 34 只有一隱藏層之網路在固定其餘參數變動學習次數下各品種辨識率

六十參數，一隱藏層，隱藏層節點 30，lr=0.3，Momentum=0.7							
Epochs·學習次數(千次，K)	平均辨識率 (%)	台農秈 20 號辨識率 (%)	台中秈 10 號辨識率 (%)	台農 67 號辨識率 (%)	台稈 8 號辨識率 (%)	台稈 9 號辨識率 (%)	標準偏差
50	90.2	100	100	73.0	78.0	100	13.5
100	90.2	100	100	72.0	79.0	100	13.6
150	90.2	100	100	72.0	79.0	100	13.6
200	90.2	100	100	72.0	79.0	100	13.6
標準偏差	0	0	0	0.5	0.5	0	

表 35 只有一隱藏層之網路在固定其餘參數變動慣量下各品種辨識率

六十參數，一隱藏層，隱藏層節點 30，lr=0.5，epochs=50000							
Momentum·慣量	平均辨識率 (%)	台農秈 20 號辨識率 (%)	台中秈 10 號辨識率 (%)	台農 67 號辨識率 (%)	台稈 8 號辨識率 (%)	台稈 9 號辨識率 (%)	標準偏差
0.1	90.0	100	100	69.0	82.0	99.0	14.0
0.2	89.8	100	100	69.0	81.0	99.0	14.2
0.3	90.2	100	100	70.0	81.0	100	14.0
0.4	90.0	100	100	73.0	77.0	100	13.8
0.5	90.0	100	100	74.0	76.0	100	13.7
0.6	90.2	100	100	77.0	74.0	100	13.5
0.7	90.2	100	100	78.0	73.0	100	13.5
0.8	90.4	100	100	71.0	81.0	100	13.6
0.9	90.8	100	100	56.0	98.0	100	19.5
標準偏差	0.29	0	0	6.44	7.42	0.44	

附錄(二) 變動隱藏層節點數, 差分數, 正規化, 參數對近紅外線模式品種分類辨識率之影響

表 1 只有一隱藏層之網路在固定其餘參數變動隱藏層節點數下各品種分類辨識率(近紅外線模式)

3 5 1 個參數, 一隱藏層, lr=0.5, Momentum=0.4, epochs=50000							
節點數	平均辨識率(%)	台農和 20 號辨識率(%)	台中和 10 號辨識率(%)	台農 67 號辨識率(%)	台稈 8 號辨識率(%)	台稈 9 號辨識率(%)	標準偏差
5	28.4	100	0	57.6	84.7	0	46.7
50	20.0	0	0	0	100	0	44.7
119	20.6	0	0	3.03	100	0	44.4
178	20.0	0	0	0	100	0	44.7
標準偏差	4.11	50.0	0	28.3	7.65	0	

表 2 只有一隱藏層之網路在固定其餘參數變動隱藏層節點數下各品種驗證辨識率(近紅外線模式)

3 5 1 個參數, 一隱藏層, lr=0.5, Momentum=0.4, epochs=50000							
節點數	平均辨識率(%)	台農和 20 號辨識率(%)	台中和 10 號辨識率(%)	台農 67 號辨識率(%)	台稈 8 號辨識率(%)	台稈 9 號辨識率(%)	標準偏差
5	97.1	95.6	94.4	100	97.8	97.8	2.18
50	96.9	98.9	92.2	98.9	96.7	97.8	2.78
119	97.8	97.8	95.6	100	96.7	98.9	1.74
178	96.2	100	91.1	97.8	94.4	97.8	3.50
標準偏差	0.66	1.88	2.04	1.05	1.43	0.55	

表 3 只有一隱藏層之網路在固定其餘參數變動隱藏層節點數下各品種分類辨識率(近紅外線模式)

3 4 9 個參數，一隱藏層，lr=0.5，Momentum=0.4，epochs=50000							
節點數	平均辨識率(%)	台農種 20 號辨識率 (%)	台中種 10 號辨識率 (%)	台農 67 號辨識率(%)	台梗 8 號辨識率 (%)	台梗 9 號辨識率 (%)	標準偏差
5	20.0	0	0	0	100	0	44.7
50	20.0	0	0	0	100	0	44.7
118	20.0	0	0	0	100	0	44.7
177	20.0	0	0	0	100	0	44.7
標準偏差	0	0	0	0	0	0	

表 4 只有一隱藏層之網路在固定其餘參數變動隱藏層節點數下各品種驗證辨識率(近紅外線模式)

3 4 9 個參數，一隱藏層，lr=0.5，Momentum=0.4，epochs=50000							
節點數	平均辨識率(%)	台農種 20 號辨識率 (%)	台中種 10 號辨識率 (%)	台農 67 號辨識率(%)	台梗 8 號辨識率(%)	台梗 9 號辨識率(%)	標準偏差
5	100	100	100	100	100	100	0
50	100	100	100	100	100	100	0
118	100	100	100	100	100	100	0
177	100	100	100	100	100	100	0
標準偏差	0	0	0	0	0	0	

表 5 只有一隱藏層之網路在固定其餘參數變動隱藏層節點數下各品種分類辨識率(近紅外線模式)

3 4 5 個參數，一隱藏層，lr=0.5，Momentum=0.4，epochs=50000							
節點數	平均辨識率(%)	台農種 20 號辨識率 (%)	台中種 10 號辨識率 (%)	台農 67 號辨識率(%)	台梗 8 號辨識率(%)	台梗 9 號辨識率(%)	標準偏差
5	42.4	71.0	41.8	0	96.9	2.04	42.5
50	39.9	74.0	25.5	0	100	0	45.2
117	38.5	69.0	23.5	0	100	0	44.4
175	38.5	70.0	22.4	0	100	0	44.7
標準偏差	1.84	2.16	9.09	0	1.55	1.02	

表 6 只有一隱藏層之網路在固定其餘參數變動隱藏層節點數下各品種驗證辨識率(近紅外線模式)

3 4 5 個參數，一隱藏層，lr=0.5，Momentum=0.4，epochs=50000							
節點數	平均辨識率(%)	台農種 20 號辨識率(%)	台中種 10 號辨識率(%)	台農 67 號辨識率(%)	台梗 8 號辨識率(%)	台梗 9 號辨識率(%)	標準偏差
5	100	100	100	100	100	100	0
50	100	100	100	100	100	100	0
117	100	100	100	100	100	100	0
175	100	100	100	100	100	100	0
標準偏差	0	0	0	0	0	0	

表 7 原始光譜數據加一次差分光譜數據(700 個參數)暨一次差分光譜數據加二次差分光譜數據(694 個參數)所以建立的全部模式(14 個)之驗證正確率\*

稻種	驗證辨識率(%)
台農種 20 號	100
台中種 10 號	100
台農 67 號	100
台梗 8 號	100
台梗 9 號	100
總辨識率	100

\*註:1. 模式分別為第一組為原始數據加一次差分數據共 700 個參數，及第二組為一次差分數據加二次差分數據共 694 個參數。

2. 所有模式皆取一隱藏層，lr=0.5、Momentum=0.4 及 epochs=50000 下進行。隱藏層節點數則是第一組取 350、233、175、140、117、50 及 5；第二組取 347、231、174、139、116、50 及 5。一共 14 個模式。

表 8 原始光譜數據加一次差分光譜數據(700 個參數)暨一次差分光譜數據加二次差分光譜數據(694 個參數)所以建立的全部模式(14 個)之分類辨識率及誤判台梗 8 號之百分比\*

稻種	分類辨識率(%)	判給台梗 8 號的百分比(%)
台農稻 20 號	0	100
台中稻 10 號	0	100
台農 67 號	0	100
台梗 8 號	100	
台梗 9 號	0	100
總辨識率	20	

\*註:1. 模式分別為第一組為原始數據加一次差分數據共 700 個參數, 及第二組為一次差分數據加二次差分數據共 694 個參數。

2. 所有模式皆取一隱藏層,  $lr=0.5$ 、 $Momentum=0.4$  及  $epochs=50000$  下進行, 隱藏層節點數則是第一組取 350、233、175、140、117、50 及 5; 第二組取 347、231、174、139、116、50 及 5。共 14 個模式。

表 9 近紅外線模式使用 Range Normalization 法正規化再二次差分處理之品種辨識率

3 4 5 參數, 一隱藏層, 節點數 10, $lr=0.5$ , $Momentum=0.4$ , $epochs=50000$							
	平均辨識率(%)	台農稻 20 號辨識率(%)	台中稻 10 號辨識率(%)	台農 67 號辨識率(%)	台梗 8 號辨識率(%)	台梗 9 號辨識率(%)	標準偏差
分類辨識	63.8	66.0	86.7	0	75.5	89.8	36.8
驗證辨識	99.8	100	100	98.9	100	100	0.49
標準偏差	25.4	24.0	9.40	69.9	17.3	7.21	



表 10 近紅外線模式使用最大最小法正規化(張 2000 影像鑑別使用同一方法)再二次差分處理之品種辨識率

3 4 5 參數，一隱藏層，節點數 10，lr=0.5，Momentum=0.4，epochs=50000							
	平均辨識率(%)	台農稻 20 號辨識率(%)	台中稻 10 號辨識率(%)	台農 67 號辨識率(%)	台稈 8 號辨識率(%)	台稈 9 號辨識率(%)	標準偏差
分類辨識	50.5	88.0	43.9	0	96.9	25.0	41.2
驗證辨識	99.8	100	100	98.9	100	100	0.49
標準偏差	34.9	8.48	39.7	69.9	2.19	53.0	

表 11 近紅外線模式使用 Range Normalization 法正規化再二次差分處理之品種辨識率(刪去 spectra 前後 wavelength，由 1500nm~2300nm 共 194 參數代入)

1 9 4 參數，一隱藏層，節點數 10，lr=0.5，Momentum=0.4，epochs=50000							
	平均辨識率(%)	台農稻 20 號辨識率(%)	台中稻 10 號辨識率(%)	台農 67 號辨識率(%)	台稈 8 號辨識率(%)	台稈 9 號辨識率(%)	標準偏差
分類辨識	68.7	78.0	100	0	94.9	70.4	40.2
驗證辨識	99.6	100	100	98.9	98.9	100	0.60
標準偏差	21.8	15.6	0	69.9	2.83	20.9	

表 12 近紅外線模式使用最大最小法正規化再二次差分處理之品種辨識率(張 2000 影像鑑別使用同一方法)

1 9 4 參數，一隱藏層，節點數 10，lr=0.5，Momentum=0.4，epochs=50000							
	平均辨識率(%)	台農稻 20 號辨識率(%)	台中稻 10 號辨識率(%)	台農 67 號辨識率(%)	台稈 8 號辨識率(%)	台稈 9 號辨識率(%)	標準偏差
分類辨識	33.4	2.0	50.0	4.04	62.4	49.0	28.3
驗證辨識	99.3	100	100	100	97.8	98.9	0.98
標準偏差	46.6	69.3	35.4	67.8	25.0	35.3	

表 13 近紅外線模式使用 Range Normalization 法正規化再二次差分處理之品種辨識率(去台農 6 7 號)

3 4 5 參數，一隱藏層，節點數 1 0，lr=0.5，Momentum=0.4，epochs=50000						
	平均辨識率(%)	台農 20 號辨識率(%)	台中 10 號辨識率(%)	台稈 8 號辨識率(%)	台稈 9 號辨識率(%)	標準偏差
分類辨識	75.0	100	100	38.8	61.2	26.2
驗證辨識	100	100	100	100	100	0
標準偏差	17.7	0	0	43.3	27.4	

表 14 近紅外線模式使用 Range Normalization 法正規化再二次差分處理之品種辨識率(去台農 6 7 號及頭尾 noises(使用 1504nm~2300nm))

1 9 4 參數，一隱藏層，節點數 1 0，lr=0.5，Momentum=0.4，epochs=50000						
	平均辨識率(%)	台農 20 號辨識率(%)	台中 10 號辨識率(%)	台稈 8 號辨識率(%)	台稈 9 號辨識率(%)	標準偏差
分類辨識	73.0	86.0	100	6.12	100	39.0
驗證辨識	99.7	100	100	98.9	100	0.48
標準偏差	18.9	9.90	0	65.6	0	

表 15 近紅外線模式使用 Range Normalization 法正規化再二次差分處理之品種辨識率(去台稈 9 號)

3 4 5 參數，一隱藏層，節點數 1 0，lr=0.5，Momentum=0.4，epochs=50000						
	平均辨識率(%)	台農 20 號辨識率(%)	台中 10 號辨識率(%)	台農 67 號辨識率(%)	台稈 8 號辨識率(%)	標準偏差
分類辨識	57.4	92.0	37.8	0	100	40.9
驗證辨識	99.7	100	100	98.9	100	0.48
標準偏差	29.9	5.66	44.0	69.9	0	

表 16 近紅外線模式使用 Range Normalization 法正規化再二次差分處理之品種辨識率(去台梗 9 號及頭尾 noises(使用 1504nm~2300nm))

1 9 4 參數，一隱藏層，節點數 1 0，lr=0.5，Momentum=0.4，epochs=50000						
	平均辨識率(%)	台農種 20 號辨識率(%)	台中種 10 號辨識率(%)	台農 67 號辨識率(%)	台梗 8 號辨識率(%)	標準偏差
分類辨識	70.2	81.0	100	0	100	41.3
驗證辨識	100	100	100	100	100	0
標準偏差	21.1	13.4	0	70.7	0	

表 17 近紅外線模式使用 Range Normalization 法正規化再二次差分處理之品種辨識率

3 4 5 參數，一隱藏層，節點數 1 0，lr=0.5，Momentum=0.4，epochs=50000							
	平均辨識率(%)	台農種 20 號辨識率(%)	台中種 10 號辨識率(%)	台農 67 號辨識率(%)	台梗 8 號辨識率(%)	台梗 9 號辨識率(%)	標準偏差
分類辨識	32.0	0	59.2	0	1.02	100	45.7
驗證辨識	98.0	100	100	96.7	94.4	98.9	2.42
標準偏差	46.7	70.7	28.8	68.4	66	0.78	

附錄 (三) 結合近紅外線及影像模式對品種分類辨識率之對影響

表 1 只有一隱藏層之網絡在固定其餘參數變動隱藏層節點數下各品種分類辨識率(無差分近紅外線 PCA 加影像 [(20+60) 參數])

80 個參數，一隱藏層，lr=0.5，Momentum=0.4，epochs=50000							
節點數	平均辨識率(%)	台農和 20 號辨識率(%)	台中和 10 號辨識率(%)	台農 67 號辨識率(%)	台梗 8 號辨識率(%)	台梗 9 號辨識率(%)	標準偏差
5	61.6	100	99.0	9.09	100	0	52.2
20	50.8	99.0	48.0	7.07	100	0	48.1
40	51.2	99.0	51.0	6.06	100	0	48.3
50	54.9	99.0	74.4	4.04	100	0	49.9
80	53.7	99.0	64.3	5.05	100	0	48.9
標準偏差	4.35	0.45	20.6	1.94	0	0	

表 2 只有一隱藏層之網絡在固定其餘參數變動隱藏層節點數下各品種驗證辨識率(結合近紅外線及影像模式)

80 個參數，一隱藏層，lr=0.5，Momentum=0.4，epochs=50000							
節點數	平均辨識率(%)	台農和 20 號辨識率(%)	台中和 10 號辨識率(%)	台農 67 號辨識率(%)	台梗 8 號辨識率(%)	台梗 9 號辨識率(%)	標準偏差
5	100	100	100	100	100	100	0
20	100	100	100	100	100	100	0
40	100	100	100	100	100	100	0
50	100	100	100	100	100	100	0
80	100	100	100	100	100	100	0
標準偏差	0	0	0	0	0	0	

表 3 只有一隱藏層之網絡在固定其餘參數變動隱藏層節點數下各品種分類辨識率(一次差分之近紅外線 PCA 加影像 ((20+60) 參數))

80個參數，一隱藏層，lr=0.5，Momentum=0.4，epochs=50000							
節點數	平均辨識率(%)	台農秈 20 號辨識率 (%)	台中秈 10 號辨識率(%)	台農 67 號辨識率(%)	台稈 8 號辨識率 (%)	台稈 9 號辨識率(%)	標準偏差
5	65.9	97.0	69.4	4.04	100	59.2	38.8
20	59.6	100	86.7	4.04	100	7.14	49.6
40	59.8	100	81.6	5.05	100	12.2	47.4
50	54.7	100	67.4	4.04	100	2.04	49.0
80	57.3	100	77.6	4.04	100	5.10	55.1
標準偏差	4.15	1.34	9.36	0.45	0	23.8	

表 4 只有一隱藏層之網絡在固定其餘參數變動隱藏層節點數下各品種驗證辨識率(結合近紅外線及影像模式)

80個參數，一隱藏層，lr=0.5，Momentum=0.4，epochs=50000							
節點數	平均辨識率(%)	台農秈 20 號辨識率 (%)	台中秈 10 號辨識率 (%)	台農 67 號辨識率(%)	台稈 8 號辨識率(%)	台稈 9 號辨識率(%)	標準偏差
5	98.1	100	96.5	97.6	97.6	98.8	1.34
20	98.8	100	97.6	98.8	97.6	100	1.20
40	98.8	100	97.6	98.8	97.6	100	1.20
50	98.6	100	97.6	98.8	96.5	100	1.53
80	98.6	100	97.6	98.8	96.5	100	1.53
標準偏差	0.29	0	0.49	0.54	0.60	0.54	

表 5 只有一隱藏層之網絡在固定其餘參數變動隱藏層節點數下各品種分類辨識率(二次差分之近紅外線 PCA 加影像 [(20+60) 參數])

80 個參數，隱藏層，lr=0.5，Momentum=0.4，epochs=50000

節點數	平均辨識率(%)	台農種 20 號辨識率(%)	台中種 10 號辨識率(%)	台農 67 號辨識率(%)	台稈 8 號辨識率(%)	台稈 9 號辨識率(%)	標準偏差
5	82.4	100	95.9	38.4	100	77.6	26.3
20	74.2	100	96.9	45.4	100	28.6	34.5
40	74.6	100	96.9	58.6	100	17.4	36.4
50	68.3	100	94.9	37.4	100	9.18	42.3
80	70.5	100	98.0	44.4	100	10.2	41.3
標準偏差	5.38	0	1.17	8.46	0	28.5	

表 6 只有一隱藏層之網絡在固定其餘參數變動隱藏層節點數下各品種驗證辨識率(結合近紅外線及影像模式)

80 個參數，隱藏層，lr=0.5，Momentum=0.4，epochs=50000

節點數	平均辨識率(%)	台農種 20 號辨識率(%)	台中種 10 號辨識率(%)	台農 67 號辨識率(%)	台稈 8 號辨識率(%)	台稈 9 號辨識率(%)	標準偏差
5	98.4	100	97.6	98.8	96.5	98.8	1.33
20	98.8	100	97.6	98.8	97.6	100	1.20
40	98.6	100	97.6	98.8	96.5	100	1.53
50	98.6	100	97.6	98.8	96.5	100	1.53
80	98.6	100	97.6	98.8	96.5	100	1.53
標準偏差	0.14	0	0	0	0.50	0.54	