

參數選擇對水稻品種鑑別的影響

劉昌群¹，蕭介宗²，彭敬益³，洪梅珠⁴，沈明來⁵

1. 國立台灣大學生物產業機電工程學系研究生
2. 國立台灣大學生物產業機電工程學系教授，本文通訊作者
3. 國立台灣大學生物產業機電工程學系前研究助理
4. 台中區農業改良場研究員
5. 國立台灣大學農藝系教授

摘 要

探討五種水稻的外觀形狀及顏色作為參數，以倒傳遞類神經網路訓練鑑別模式對品種鑑別的影響，使用全部 60 個參數，平均驗證與鑑別率分別為 92.24% 與 92.0%。選出在第一主成分軸上的 Loading 值較大的 50 個參數，平均驗證與鑑別率分別為 91.77% 與 90.0%。依參數的相關矩陣選取 30 個相關性較低的參數，平均驗證與鑑別率分別為 89.18% 與 91.4%。以參數對網路訓練的影響度，由大到小挑選 20 個參數，平均驗證與鑑別率分別為 90.59% 與 91.8%。在參數的選擇方法中，以參數對網路訓練的影響度，挑選的參數所建立的鑑別模式，不僅可使用較少的參數，同時也具有較佳的穩定性。

關鍵詞：機器視覺、類神經網路、水稻、參數選擇、鑑別

THE EFFECT OF PARAMETER SELECTION ON CLASSIFYING PADDY RICE

Chang-Chun Liu¹, Jai-Tsung Shaw², Keen-Yik Poong³,
Mei-Chu Hong⁴, Ming-Lai Shen⁵

1. Graduate Student, Department of Bio-Industrial Mechatronics Engineering, National Taiwan University.
2. Professor, Department of Bio-Industrial Mechatronics Engineering, National Taiwan University, Corresponding Author.
3. Former Research Assistant, Department of Bio-Industrial Mechatronics Engineering, National Taiwan University.
4. Agronomist, Taichung District Agricultural Improvement Station.
5. Professor, Department of Agronomy, National Taiwan University.

ABSTRACT

Considering different shape factors and color intensities of five varieties of paddy rice as parameters, four models were established by a back-propagation neural network and were used to study the validation and classification rates affected by choosing different parameters. With 60 parameters, the average validation and classification rates were 92.24% and 92.0% respectively. If the most effective 50

parameters were chosen by loading values in the first principal component, the average validation and classification rates were 91.77 % and 90.0% respectively. 30 parameters selected from the correlation coefficient matrix to build up the model, the average validation and classification rates were 89.18 % and 91.4% respectively. If the most effective 20 parameters were chosen from model training, the average validation and classification rates were 90.59 % and 91.8% respectively, which could be the best model for classifying due to its less parameters and better stability.

Keywords: Machine vision, Artificial neural network, Paddy rice, Parameter selection, Classification

一、前言

水稻品種之間的差異通常呈現在外觀性狀、內部成分以及 DNA 的差異三個方面。就品種辨識的方法而言，DNA 檢驗對設備及專業知識的要求最高，以眼睛觀察外觀性狀的差異來辨識水稻品種對設備的要求最低，不過此法需要豐富的經驗或是對照標準的圖表才能進行。然而水稻的外觀性狀頗為接近，除了秈稻與粳稻這兩大類容易以長寬比作出區分之外，秈稻與秈稻之間、粳稻與粳稻之間因為具有十分相似的外觀，又因為顆粒細小，所以非有豐富的經驗不易辨別品種。培養辨識品種的專家需要較長的時間，以 DNA 或化學成分作品種辨識除了設備的要求較高之外，化學分析藥品易導致環境污染，同時所需時間也較長，並不適用於水稻的即時計價收購。

採用數位影像處理的技術配合類神經網路進行水稻品種的鑑別可免除上述缺點，品種鑑別的模式一旦建立之後，可迅速得知結果，很切合實際計價收購作業系統之用。張等人(2000)曾以 1997 及 1998 年產於台中區農業改良場的台農秈 20 號、台中秈 10 號、台農 67 號、台農 70 號、台梗 8 號以及台梗 9 號共 6 種水稻品種，以影像處理及類神經網路進行品種辨識，所得結果為 6 種水稻品種的平均驗證率為 91.1%，驗證標準差為 8.2%。Paliwal et al. (1999) 使用 Canada Western Red Spring wheat, Canada Western Amber Durum wheat, barley, oats, and rye 共 5 種小麥品種為樣本，以小麥的外型輪廓、長度和顏色為參數的基礎，以類神經網路作為分類的工具對這 5 種小麥作品種分類，正確率分別為 100、94、93、99 和 96%。Burkset al.

(2000)使用 6 種雜草種子為樣本，在調整類神經網路的學習速率、慣量、隱藏層的層數、以及隱藏層的節點之後，不同的網路設定會得到不同的分類效果，最佳的網路設定對 6 種雜草種子的平均分類率為 91.7%。

Paliwal et al. (2001)及 Paliwal et al. (2003)使用 5 種小麥品種為樣本，以影像處理技術擷取小麥外觀的面積、周長、最長軸、最短軸等 8 個及 230 個外觀參數，並以不同的類神經網路作鑑別模式的訓練，結果顯示在各種類神經網路中以倒傳遞類神經網路最適合作小麥品種的分類。本研究的主要目的在探討水稻的外形及顏色做參數，以倒傳遞類神經網路訓練鑑別模式，建立快速有效的品種鑑別方法，作為稻穀計價收購之用。

二、材料與方法

本研究所採用的樣品為產自台灣中部、東部和南部，收穫於 1997、1998、1999 以及 2000 年夏天的台農秈 20 號、台中秈 10 號、台農 67 號、台梗 8 號、台梗 9 號共 5 種水稻品種的一期稻作，其外觀影像如圖 1。

各品種的樣本在取像前以風選機風選數次，以去除空稻穀、稻穗等雜物，然後將水稻樣本置於 25℃、RH70% 的恆溫恆濕箱內約 4 天（100 小時），並以 Shizudka Seiki CTR-800E 檢測其含水率，調質成 13% 的含水率。然後再將樣本置於打光暗室中以 CCD 對單一穀粒取像。再以 Borland C++ 撰寫之影像分析程式，分別擷取單一穀粒的 (1)面積 (2)周長 (3)形狀係數(shape factor, $4\pi \times \text{面積} / \text{周長}^2$) (4)面積 / 周長 (5)最大寬度值 (6)最長軸

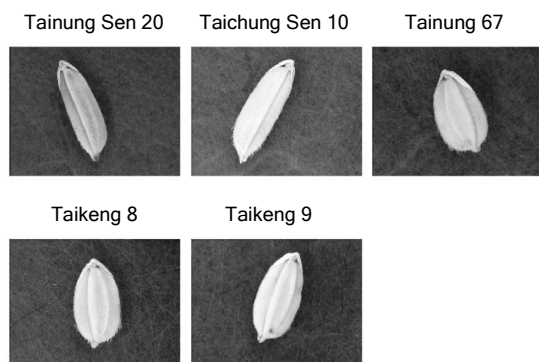


圖 1 五種水稻之影像

Fig.1 Images of five varieties of paddy rice

值(7)最長軸／最大寬度(8)每粒稻穀平均紅色光度值(R)(9)平均綠色光度值(G)(10)平均藍色光度值(B)，以及最長軸上等距之 50 個寬度值如圖 2 所示，共計 60 個水稻外型特徵參數。

再將每 10 粒樣本的特徵數據平均成一個樣本數據（曾等人，1990），再將 1997、1998 以及 1999 年的樣本計 1231 個，隨機挑選三分之二的樣本（806 個）作為訓練組，其餘的三分之一（425 個）作為驗證組。上述品種收穫於 2000 年夏天的一期稻樣本亦做相同處理，共得到 500 個樣本作為鑑別之用。各年度所使用的品種及樣本數如表

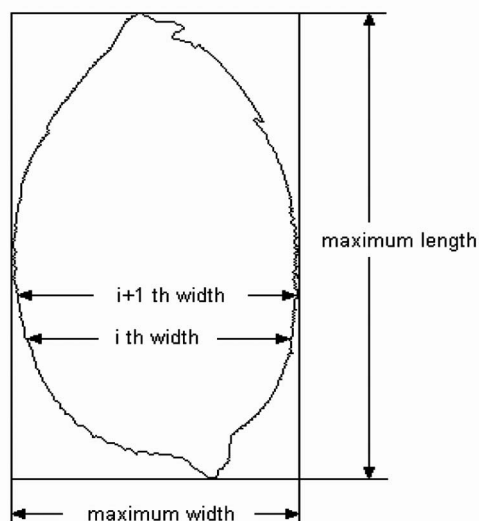


圖 2 水稻幾何參數位置圖

Fig.2 Geometry parameter position of paddy rice

1 所示。

本實驗除了使用全部 60 個參數帶入倒傳遞類神經網路進行模式的訓練、驗證和品種的鑑別之外，另以參數之間的相關性、參數對網路訓練的影響度、參數在主成分軸上的 Loading 值等三種方法挑選參數，並比較這三種挑選參數方法的

表 1 訓練、驗證及鑑別組的水稻品種及樣本數

Table 1 Varieties of paddy rice and sample sizes for training, validation and classification

組別 Sets 品種 Varieties	訓練組 Training set				驗證組 Validation set				鑑別組 Classification set 2000
	1997	1998	1999	共計 Total	1997	1998	1999	共計 Total	
台農私 20 號 Tainung Sen 20	25	68	67	160	25	30	30	85	100
台中私 10 號 Taichung Sen 10	26	68	70	164	25	30	30	85	100
台農 67 號 Tainung 67	25	67	67	159	25	30	30	85	100
台稈 8 號 Taikeng 8	25	68	70	163	25	30	30	85	100
台稈 9 號 Taikeng 9	25	67	68	160	25	30	30	85	100

驗證和鑑別的結果，這三種參數選擇的方法分述如下：

1. 以參數之間的相關性挑選參數法：根據Paliwal et al. (2003)，先求出鑑別組樣本數據的相關矩陣，然後將相關矩陣取絕對值，再求出每一行(column)的平均值，此時相關矩陣即由二維

化成一維的列向量，此列向量內的任一數值即代表該任一參數與所有其他參數的相關度，即可據此將每一個參數依其自身與其他參數之間的相關性高低，由小到大排序，結果如表2所示。訓練模式時依排序先選用相關性較小的參數。

表 2 60 個參數之間的相關性由低至高排序表

Table 2 The correlations among 60 parameters (listed in increasing order)

順序 Order	參 數 名 稱 Parameters	順序 Order	參 數 名 稱 Parameters
1	藍色平均光度值(B)	31	第 41 個寬度值(41 th width)
2	綠色平均光度值(G)	32	第 13 個寬度值(13 th width)
3	周長(perimeter)	33	第 40 個寬度值(40 th width)
4	紅色平均光度值(R)	34	第 14 個寬度值(14 th width)
5	面積(Area)	35	第 26 個寬度值(26 th width)
6	第 2 個寬度值(2 nd width)	36	第 25 個寬度值(25 th width)
7	第 3 個寬度值(3 rd width)	37	第 28 個寬度值(28 th width)
8	第 50 個寬度值(50 th width)	38	第 24 個寬度值(24 th width)
9	第 4 個寬度值(4 th width)	39	第 23 個寬度值(23 th width)
10	第 1 個寬度值(1 st width)	40	第 27 個寬度值(27 th width)
11	第 5 個寬度值(5 th width)	41	第 29 個寬度值(29 th width)
12	形狀係數(Shape factor)	42	第 22 個寬度值(22 th width)
13	第 49 個寬度值(49 th width)	43	第 21 個寬度值(21 th width)
14	面積/周長(Area/perimeter)	44	第 30 個寬度值(30 th width)
15	第 6 個寬度值(6 th width)	45	第 39 個寬度值(39 th width)
16	第 48 個寬度值(48 th width)	46	第 20 個寬度值(20 th width)
17	第 47 個寬度值(47 th width)	47	第 31 個寬度值(31 th width)
18	最長軸值(Max. length)	48	第 19 個寬度值(19 th width)
19	第 7 個寬度值(7 th width)	49	第 38 個寬度值(38 th width)
20	第 46 個寬度值(46 th width)	50	第 32 個寬度值(32 th width)
21	第 8 個寬度值(8 th width)	51	第 33 個寬度值(33 th width)
22	第 45 個寬度值(45 th width)	52	最大寬度值(Max. width)
23	第 9 個寬度值(9 th width)	53	第 34 個寬度值(34 th width)
24	最長軸/最大寬 (Max. length/Max. width)	54	第 35 個寬度值(35 th width)
25	第 44 個寬度值(44 th width)	55	第 15 個寬度值(15 th width)
26	第 10 個寬度值(10 th width)	56	第 37 個寬度值(37 th width)
27	第 43 個寬度值(43 th width)	57	第 36 個寬度值(36 th width)
28	第 11 個寬度值(11 th width)	58	第 18 個寬度值(18 th width)
29	第 42 個寬度值(42 th width)	59	第 16 個寬度值(16 th width)
30	第 12 個寬度值(12 th width)	60	第 17 個寬度值(17 th width)

2. 以參數對網路的影響度挑選參數法：根據 Paliwal et al.(2003)，NeuralWorks Professional II/PLUS 在訓練網路時，會提供所有參數對網路訓練的影響度(contribution)，初次訓練時先將所有的參數輸入網路進行訓練，再將網路訓練完成之後由網路所提供的個別參數對網路

訓練的影響度由大到小做排序，求取最佳鑑別模式時先選用影響度較大的參數。個別參數對網路影響度大小如表 3 所示。

3. 以參數在主成分軸上的 Loading 值挑選參數法：依據 Unscrambler 7.6 使用手冊，在主成分分析法中，每一個參數對每一個主成分軸都

表 3 60 個參數對網路訓練的影響度由大至小排序表

Table 3 The effects of 60 parameters on network training (listed in decreasing order)

順序 Order	參 數 名 稱 Parameters	順序 Order	參 數 名 稱 Parameters
1	面積(Area)	31	第 13 個寬度值(13 th width)
2	面積／周長(Area/perimeter)	32	第 30 個寬度值(30 th width)
3	第 48 個寬度值(48 th width)	33	第 36 個寬度值(36 th width)
4	形狀係數(Shape factor)	34	第 11 個寬度值(11 th width)
5	最長軸／最大寬 (Max. length/ Max. width)	35	第 27 個寬度值(27 th width)
6	藍色平均光度值(B)	36	第 39 個寬度值(39 th width)
7	最長軸值(Max. length)	37	第 8 個寬度值(8 th width)
8	綠色平均光度值(G)	38	第 26 個寬度值(26 th width)
9	第 47 個寬度值(47 th width)	39	第 45 個寬度值(45 th width)
10	第 50 個寬度值(50 th width)	40	第 2 個寬度值(2 nd width)
11	紅色平均光度值(R)	41	第 20 個寬度值(20 th width)
12	第 1 個寬度值(1 st width)	42	最大寬度值(Max. width)
13	第 19 個寬度值(19 th width)	43	第 33 個寬度值(33 rd width)
14	第 5 個寬度值(5 th width)	44	第 41 個寬度值(41 st width)
15	第 6 個寬度值(6 th width)	45	第 44 個寬度值(44 th width)
16	第 29 個寬度值(29 th width)	46	第 10 個寬度值(10 th width)
17	周長(perimeter)	47	第 18 個寬度值(18 th width)
18	第 46 個寬度值(46 th width)	48	第 21 個寬度值(21 st width)
19	第 42 個寬度值(42 nd width)	49	第 7 個寬度值(7 th width)
20	第 4 個寬度值(4 th width)	50	第 43 個寬度值(43 rd width)
21	第 3 個寬度值(3 rd width)	51	第 17 個寬度值(17 th width)
22	第 25 個寬度值(25 th width)	52	第 19 個寬度值(19 th width)
23	第 31 個寬度值(31 st width)	53	第 32 個寬度值(32 nd width)
24	第 37 個寬度值(37 th width)	54	第 23 個寬度值(23 rd width)
25	第 35 個寬度值(35 th width)	55	第 40 個寬度值(40 th width)
26	第 24 個寬度值(24 th width)	56	第 22 個寬度值(22 nd width)
27	第 34 個寬度值(34 th width)	57	第 14 個寬度值(14 th width)
28	第 38 個寬度值(38 th width)	58	第 15 個寬度值(15 th width)
29	第 28 個寬度值(28 th width)	59	第 16 個寬度值(16 th width)
30	第 12 個寬度值(12 th width)	60	第 19 個寬度值(19 th width)

會有一個 Loading 值，在幾何意義上，某一個參數在某一主成分軸的 Loading 值表示該參數在該主軸的投影值，這意味著一個參數在某一主成分軸上 Loading 的大小反應出該參數對某一主成分軸的影響度。本實驗在訓練網路之前先將鑑別組的樣本數據做主成分分析，

因為第一主成分軸上所攜帶的資料量已達全部資料量的 99.7%、所以只取各參數在第一主成分軸上的 Loading 值（介於-1 和 1 之間）取絕對值之後由大至小排序如表 4 所示。

網路的訓練、驗證與鑑別皆使用類神經網路專業軟體 NeuralWorks Professional II/PLUS

表 4 所有 60 個參數在第一主成分軸的 loading 值排序表

Table 4 The rank of parameter loading values on the first principal component axis

順序 Order	參 數 名 稱 Parameters	順序 Order	參 數 名 稱 Parameters
1	面積(Area)	31	第 41 個寬度值(41 st width)
2	第 4 個寬度值(4 th width)	32	第 35 個寬度值(35 th width)
3	第 5 個寬度值(5 th width)	33	第 21 個寬度值(21 st width)
4	第 6 個寬度值(6 th width)	34	第 34 個寬度值(34 th width)
5	第 7 個寬度值(7 th width)	35	第 22 個寬度值(22 nd width)
6	第 8 個寬度值(8 th width)	36	第 42 個寬度值(42 nd width)
7	第 3 個寬度值(3 rd width)	37	第 33 個寬度值(33 rd width)
8	第 9 個寬度值(9 th width)	38	最大寬度值(Max. width)
9	周長(perimeter)	39	第 23 個寬度值(23 rd width)
10	第 10 個寬度值(10 th width)	40	第 32 個寬度值(32 nd width)
11	第 11 個寬度值(11 th width)	41	第 31 個寬度值(31 st width)
12	第 12 個寬度值(12 th width)	42	第 24 個寬度值(24 th width)
13	第 13 個寬度值(13 th width)	43	第 25 個寬度值(25 th width)
14	面積/周長(Area/perimeter)	44	第 30 個寬度值(30 th width)
15	第 14 個寬度值(14 th width)	45	第 26 個寬度值(26 th width)
16	第 15 個寬度值(15 th width)	46	第 29 個寬度值(29 th width)
17	第 2 個寬度值(2 nd width)	47	第 27 個寬度值(27 th width)
18	藍色平均光度值(B)	48	第 28 個寬度值(28 th width)
19	第 1 個寬度值(1 st width)	49	第 43 個寬度值(43 rd width)
20	第 16 個寬度值(16 th width)	50	綠色平均光度值(G)
21	第 17 個寬度值(17 th width)	51	第 44 個寬度值(44 th width)
22	第 18 個寬度值(18 th width)	52	第 45 個寬度值(45 th width)
23	最長軸值(Max. length)	53	紅色平均光度值(R)
24	第 39 個寬度值(39 th width)	54	第 46 個寬度值(46 th width)
25	第 19 個寬度值(19 th width)	55	第 47 個寬度值(47 th width)
26	第 38 個寬度值(38 th width)	56	第 50 個寬度值(50 th width)
27	第 40 個寬度值(40 th width)	57	形狀係數(Shape factor)
28	第 37 個寬度值(37 th width)	58	最長軸／最大寬 (Max. length/Max. width)
29	第 36 個寬度值(36 th width)	59	第 48 個寬度值(48 th width)
30	第 20 個寬度值(20 th width)	60	第 49 個寬度值(49 th width)

所提供的倒傳遞類神經網路進行，其步驟以參數之間的相關性挑選參數法為例，鑑別組的樣本數據經過參數之間的相關性分析，由低至高挑選出欲使用的參數之後，訓練、驗證與鑑別都使用同樣的參數，這三組數據在帶入網路之前都經過正規化，化為 0 與 1 之間的數值([0,1])，網路訓練採用 Delta Rule 學習法則，並以 Sigmoid ($y=1/(1+\exp(-x))$) 為轉換函數。再以 Matlab 6.1 撰寫結果分析統計用程式。以參數對網路的影響度挑選參數法和以參數在主成分軸上的 Loading 值挑選參數法的實驗步驟也依相同程序進行。

三、結果與討論

(一) 使用全部 60 個參數之驗證與鑑別結果

表 5 為使用全部 60 個參數帶入倒傳遞類神經網路，網路內具有兩層隱藏層，第一、二層隱藏層內分別具有 40 與 35 個點節，網路訓練次數為 50,000 次，訓練時慣量(momentum)為 0.4，訓練誤差(RMS error)=0.10、相關係數(r)=0.93，對驗證組樣本的平均驗證率為 92.24%、驗證標準差為 4.82%。

由表 5 得知五種品種之驗證率最高者為台農

秈 20 號的 97.65%，85 個樣本中僅有 2 個被誤判。最低者為台農 67 號的 85.88%，85 個樣本中有 12 個被誤判。驗證組的 425 個樣本中有 33 個被誤判。這 33 個被誤判的樣本中，台農 67 號和台梗 8 號兩者之間相互誤判的樣本就佔了 18 個，佔了誤判比例的 54.55%。以此訓練模式對 2000 年樣本作鑑別，平均鑑別率為 92.0%、鑑別標準差為 10.98%，鑑別率以及樣本分布如表 6 所示。

表 6 中可以看出，有 21 個台農 67 號的樣本被誤判成台梗 8 號，以及 19 個台梗 8 號的樣本被誤判成台農 67 號，其餘三種品種的樣本都能做出正確的分類，由圖 1 的樣本影像亦可看出台農 67 號與台梗 8 號兩者具有十分相似的外型，可能造成了辨識上的困難。台梗 9 號於表 6 中的鑑別率高於表 5 中的驗證率，可能使用的參數太多，造成計算上所累積的貢獻，及鑑別樣本收穫於 2000 年而驗證樣本來自 1997、1998 及 1999 年等綜合影響。

為了進一步了解網路結構對辨識率的影響，在考慮網路的輸入和輸出參數的多寡之後，使用全部 60 個參數以及兩層隱藏層，第一層隱藏層的節點數固定設為 40 個，第二層隱藏層的節點數由 10 個變動到 40 個來訓練網路並進行驗證和鑑別，結果如表 7 所示。在只改變第二層隱藏層

表 5 使用 60 個參數之驗證率和樣本分布
Table 5 Validation rate and sample distribution using 60 parameters

	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	83 97.65%	2 2.35%	0 0%	0 0%	0 0%
台中秈 10 號 Taichung Sen 10	3 3.53%	82 96.47%	0 0%	0 0%	0 0%
台農 67 號 Tainung 67	0 0%	0 0%	73 85.88%	12 14.12%	0 0%
台梗 8 號 Taikeng 8	0 0%	1 1.18%	6 7.06%	77 90.59%	1 1.18%
台梗 9 號 Taikeng 9	0 0%	0 0%	6 7.06%	2 2.35%	77 90.59%

平均驗證率(average validation rate)=92.24%、驗證標準差(validation standard deviation)=4.82%

表 6 使用 60 個參數之鑑別率和樣本分布

Table 6 Classification rate and sample distribution using 60 parameters

	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	100 100%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%
台中私 10 號 Taichung Sen 10	0 0%	100 100%	0 0%	0 0%	0 0%
台農 67 號 Tainung 67	0 0%	0 0%	79 79%	21 15%	0 0%
台稈 8 號 Taikeng 8	0 0%	0 0%	19 35%	81 81%	0 0%
台稈 9 號 Taikeng 9	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	100 100%

平均鑑別率(average classification rate)=92.0%、鑑別標準差(classification standard deviation)=10.98%

表 7 變動第二層隱藏層內節點數之下驗證組各品種的驗證率

Table 7 Validation rates varied as changing nodes of the second layer

節點數 Nodes	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	平 均 (%) Average	標準差 (%) Standard Deviation
10	98.82	95.29	74.47	90.59	90.59	90.35	8.50
15	98.82	95.29	88.24	84.71	88.24	91.06	5.80
20	97.65	96.47	95.29	82.35	90.59	92.47	6.26
25	97.65	96.47	88.24	84.71	90.59	91.53	5.48
30	98.82	95.29	84.71	84.71	91.76	91.06	6.31
35	97.65	96.47	85.88	90.59	90.59	92.24	4.82
40	97.65	97.65	83.53	87.06	90.59	91.29	6.31

的節點數之下，驗證組的平均驗證率最低為第二隱藏層使用 10 個節點的 90.35%，最高為第二隱藏層使用 35 個節點的 92.24%。對這五種水稻品種的平均驗證率並無明顯差異，以此訓練模式對 2000 年的樣本進行鑑別結果如表 8 所示。

由表 8 得知鑑別組的 500 個樣本中，所有誤判的樣本皆為台農 67 號和台稈 8 號兩個品種之間相互誤判，在變動第二隱藏層的節點數之下，台農 67 號的鑑別率最低為 57% 最高為 85%，台稈 8 號的鑑別率最低為 63% 最高為 85%。其餘三個品種的鑑別率都能達到 100%。使用倒傳遞類神經

網路基本上並無絕對的公式可以決定該使用多少層的隱藏層以及隱藏層內該使用多少個神經元，本實驗以輸入參數和輸出參數的總和的三分之二為原則，佐以經驗再加以嘗試決定隱藏層內神經元的數目，本實驗所使用的類神經網路軟體 NeuralWorks Professional II/PLUS 建議隱藏層神經元數目以不超過 60 個為原則，過少的神經元數目無法建構所要處理問題的非線性關係，過多的神經元數目將導致過度學習，使得預測的誤差變大。由實驗結果得知，較多的神經元數目，則驗證和鑑別的效果有較好的趨勢。

表 8 變動第二層隱藏層內節點數之下鑑別組各品種的鑑別率
Table 8 Classification rates varied as changing nodes of the second layer

節點數 Nodes	台農 20 號 (%) Tainung Sen 20	台中 10 號 (%) Taichung Sen 10	台農 67 號 (%) Tainung 67	台梗 8 號 (%) Taikeng 8	台梗 9 號 (%) Taikeng 9	平 均 (%) Average	標準差 (%) Standard Deviation
10	100	100	57	85	100	88.40	18.72
15	100	100	73	77	100	90.00	13.77
20	100	100	85	63	100	89.6	16.23
25	100	100	76	70	100	89.2	14.94
30	100	100	73	80	100	90.6	13.11
35	100	100	79	81	100	92.00	10.98
40	100	100	69	81	100	90.00	14.34

表 9 依參數間的相關性由低至高選用 10 到 55 個參數進行訓練，各品種的驗證率
Table 9 Validation rates varied as changing the number of parameters by their correlation

節點數 Nodes	台農 20 號 (%) Tainung Sen 20	台中 10 號 (%) Taichung Sen 10	台農 67 號 (%) Tainung 67	台梗 8 號 (%) Taikeng 8	台梗 9 號 (%) Taikeng 9	平 均 (%) Average	標準差 (%) Standard Deviation
10	97.65	96.47	75.29	48.26	63.53	76.24	21.30
15	96.47	95.29	71.77	81.18	67.06	81.18	13.75
20	97.65	96.47	82.35	82.35	71.76	86.12	10.89
25	96.47	96.47	83.53	80.00	72.94	85.88	10.39
30	96.47	95.29	85.88	83.53	84.71	89.18	6.19
35	97.65	95.29	83.53	88.24	84.71	89.88	6.31
40	96.47	96.47	87.06	82.35	84.71	89.41	6.66
45	96.47	95.29	82.35	87.06	92.94	90.82	5.96
50	97.65	96.47	89.41	83.53	89.41	91.29	5.80
55	97.65	95.29	87.06	84.71	89.41	90.82	5.48

(二) 以參數之間的相關性挑選參數之驗證與鑑別結果

為了減少不具辨識效能的參數對模式所產生的干擾，以及減低參數之間因為線性相依造成的影響，根據樣本數據的相關矩陣檢視參數之間的相關性如表 2 所示，分別挑選 10 個到 55 個參數之間的相關性較低的參數作為網路之訓練、驗證與鑑別。慣量為 0.4，網路訓練次數為 50,000 次，驗證的結果如表 9 所示。

表 9 為以樣本數據的相關矩陣依參數之間相關性的高低，由低至高分別挑選 10 至 55 參數進行模式的訓練與驗證所得的結果。可知參數經過

相關性的挑選之後，台農 67 號和台梗 8 號兩個品種之間相互誤判的情形略為減少了，台農 67 號的驗證率最低為 71.77% 最高為 89.41%，台梗 8 號的驗證率最低為 48.26% 最高為 88.24%。在使用 30 個參數的情形之下平均驗證率仍可達到 89.18%，顯示依相關矩陣來挑選參數的確可以達到減少所使用參數的數量的目的。慣量為 0.4，網路訓練次數為 50,000 次，以此模式鑑別 2000 年的樣本結果如表 10 所示。

表 10 顯示依相關矩陣挑選參數雖然對台農 20、台中 10 號以及台梗 8 號都能作出正確的鑑別，雖然只要使用 30 個參數，平均鑑別率就

能達到 91.4%，但是台農 67 號和台梗 8 號兩個品種之間相互誤判的情形依然發生。且各品種的鑑別率差異甚大。台農 67 號的鑑別率最低的只有 41% 最高為 85%，台梗 8 號的鑑別率最低為只使用 10 個參數的 2% 最高為 90%。

(三) 以參數對網路訓練的影響度挑選參數之驗證與鑑別結果

嘗試依參數對網路訓練的影響度的大小，分

別挑選 10 到 55 個參數進行模式的訓練、驗證和鑑別。慣量為 0.4，網路訓練次數為 50,000 次，驗證結果如表 11 所示。

表 11 為依參數對網路訓練影響度的大小，由大至小分挑選 10 至 55 個參數進行模式的訓練與驗證所得的結果。在使用 20 個參數的情形之下平均驗證率即可達到 90.59%，顯示依參數對網路訓練影響度的大小來挑選參數亦可達到減少所使用參數的數量的目的。慣量為 0.4，網路訓練次

表 10 依參數間的相關性由低至高選用 10 到 55 個參數進行訓練，各品種的鑑別率
Table 10 Classification rates varied as changing the number of parameters by their correlation

參 數 Parameters	台農 67 號 (%) Tainung Sen 20	台中 10 號 (%) Taichung Sen 10	台農 67 號 (%) Tainung 67	台梗 8 號 (%) Taikeng 8	台梗 9 號 (%) Taikeng 9	平 均 (%) Average	標準差 (%) Standard Deviation
10	100	100	41	2	46	57.8	41.12
15	100	100	46	97	98	88.2	23.63
20	100	100	46	97	98	88.2	23.63
25	100	100	47	95	99	88.2	23.12
30	100	100	67	90	100	91.4	14.31
35	100	100	85	70	100	91.0	13.42
40	100	100	79	73	100	90.4	13.32
45	100	100	69	83	100	90.4	14.05
50	100	100	73	79	100	90.4	13.32
55	100	100	72	82	100	90.8	13.08

表 11 依影響度大小分別挑選前 10 至 55 個參數進行模式訓練，各品種的驗證率
Table 11 Validation rates varied as changing the number of the most effective parameters from model training

參 數 Parameters	台農 67 號 (%) Tainung Sen 20	台中 10 號 (%) Taichung Sen 10	台農 67 號 (%) Tainung 67	台梗 8 號 (%) Taikeng 8	台梗 9 號 (%) Taikeng 9	平 均 (%) Average	標準差 (%) Standard Deviation
10	97.64	95.29	78.82	78.82	72.94	84.71	11.04
15	97.65	97.65	81.18	84.71	76.47	87.53	9.69
20	97.65	96.47	88.24	84.71	85.88	90.59	6.06
25	98.82	96.47	88.24	81.18	82.35	89.41	8.02
30	97.65	97.65	88.24	85.88	88.24	91.53	5.67
35	100.0	96.47	82.35	90.59	90.59	92.0	6.73
40	98.82	97.65	92.94	83.53	90.59	92.71	6.14
45	98.82	96.47	88.24	83.53	90.59	91.53	6.19
50	98.82	96.47	98.83	80.0	90.59	92.94	7.98
55	97.65	97.65	85.88	84.71	91.77	91.53	6.19

數為 50,000 次，以此模式鑑別 2000 年的樣本結果如表 12 所示。

表 12 顯示依參數對網路訓練影響度的大小只要挑選 20 個參數，平均鑑別率就能達到 91.8%，但是仍然無法對台農 67 號和台梗 8 號兩個品種作出有效的鑑別。台農 67 號的鑑別率最低的是使用 10 個參數的 42%，最高為使用 50 個參數的 88%，台梗 8 號的鑑別率最低的是使用 50 個參數的 60%，最高為使用 15 個參數的 98%。

四 以參數在第一主成分軸上的 Loading 值挑選參數之驗證與鑑別結果

將樣本數據作主成分分析，並依各參數對第一主成分軸的 Loading 取絕對值之後，由大至小分別選取 10 至 55 個參數進行模式的訓練和驗證，慣量為 0.4，網路訓練次數為 50,000 次，驗證結果如表 13 所示。

依據 Loading 值挑選參數所得的驗證結果顯示，以 Loading 為依據挑選參數時，使用參數的

表 12 依影響度大小分別挑選前 10 至 55 個參數進行模式訓練，各品種的鑑別率

Table 12 Classification rates varied as changing the number of the most effective parameters from model training

參 數 Parameters	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	平 均 (%) Average	標準差 (%) Standard Deviation
10	100	100	42	93	100	87.0	25.34
15	100	100	43	98	100	88.2	25.28
20	100	100	64	95	100	91.8	15.69
25	100	100	63	92	100	91.0	16.03
30	100	100	80	69	100	89.8	14.50
35	100	100	71	80	100	90.2	13.79
40	100	100	76	76	100	90.4	13.15
45	100	100	77	71	100	89.6	14.40
50	100	100	88	60	100	89.69	17.34
55	100	100	75	77	100	90.4	13.16

表 13 依參數的 Loading 值，選用 10 至 55 個參數進行模式訓練，各品種的驗證率

Table 13 Validation rates varied as changing the loading values on the first principal component axis

參 數 Parameters	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	平 均 (%) Average	標準差 (%) Standard Deviation
10	88.24	95.29	61.18	64.71	57.65	73.41	17.12
15	92.94	94.12	63.53	64.71	58.82	74.82	17.22
20	95.29	92.94	78.82	64.71	57.65	77.88	16.69
25	95.29	95.29	89.41	81.18	80.0	88.24	7.39
30	97.65	91.76	87.06	84.71	84.71	89.18	5.54
35	98.82	92.94	78.82	88.24	83.53	88.47	7.82
40	97.65	94.12	89.41	87.06	85.88	90.82	4.95
45	97.65	94.12	81.18	87.06	89.41	89.88	6.37
50	98.82	95.29	90.59	85.88	88.24	91.77	5.26
55	97.65	95.29	87.06	85.88	89.41	91.06	5.17

多寡對驗證結果的影響較其他的方法為大，使用 20 個參數時平均驗證率只有 77.88%，驗證率要達到 90% 的話必須使用 40 個參數。慣量為 0.4，網路訓練次數為 50,000 次，以此法訓練的模式鑑別 2000 年的樣本，鑑別結果如表 14 所示。

表 14 顯示依據 Loading 值挑選參數的方法雖然能有效辨識台梗 8 號，但是對台農 67 號的鑑別能力甚低，最高僅能達到 63% 而已，尤其在只使用 20 個參數時對台梗 9 號無法鑑別，顯示這個方法在訓練網路時若使用參數較少，模式的不確定性太大。根據表 10、12 和表 14 的鑑別結果，以上所使用的三種方法只要使用的參數超過 20 個都能對台農仙 20 號、台中仙 10 號以及台梗 9 號作出有效的鑑別，且鑑別率都能達到 100%，所有的誤判都發生在台農 67 號和台梗 8 號兩個品種之間。推測其原因應為這兩種品種具有十分接近的外觀性狀，所以本實驗所擷取的參數對這兩種品種的鑑別率較其他三個品種為低，鑑別這兩種品種時需使用全部 60 個參數。就參數的選擇方法而言，不同的參數挑選方法不僅選出的參數不同，結果也各異，各有其特性，就本實驗所得結果而言減少參數的數目，鑑別的結果會下降，但是可以簡化實驗的複雜度以及類神經網路的訓練時間。

上述三種方法的鑑別率比較結果如圖 3 所示。就鑑別效果而言，依個別參數對網路訓練的影響度大小選取參數的方法，在鑑別率相同之下，所需使用的參數最少，僅需選用 10 個參數，平均鑑別率即可達到 87.0%，同時鑑別模式的穩定性也是這三種方法之中最好的。若使用的參數超過 30 個時，以個別參數對網路訓練影響度的大小選取參數的方法與依據參數之間的相關度為

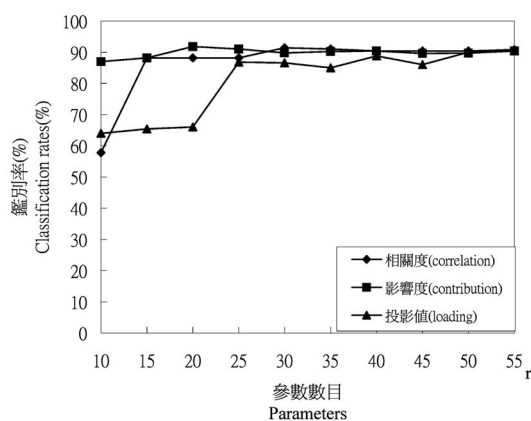


圖 3 參數數目與鑑別率關係圖

Fig.3 Classification rates were changed as choosing parameters by their correlation, contribution and loading

表 14 依參數的 Loading 值，選用 10 至 55 個參數進行模式訓練，各品種的鑑別率
Table 14 Classification rates varied as changing the loading values on the first principal component axis

參 數 Parameters	台農科 20 號 (%) Tainung Sen 20	台中科 10 號 (%) Taichung Sen 10	台農 67 號 (%) Tainung 67	台梗 8 號 (%) Taikeng 8	台梗 9 號 (%) Taikeng 9	平 均 (%) Average	標準差 (%) Standard Deviation
10	100	100	20	92	8.0	64.0	45.96
15	100	100	19	100	8.0	65.4	47.54
20	100	100	29	100	1.0	66.0	47.59
25	100	100	34	100	100	86.8	29.52
30	100	100	33	100	100	86.6	29.96
35	100	100	25	100	100	85.0	33.54
40	100	100	45	99	100	88.8	24.49
45	100	100	30	100	100	86.0	31.31
50	100	100	55	95	100	90.0	19.69
55	100	100	63	90	100	90.6	16.03

挑選參數的方法，這兩種方法所挑選的參數其鑑別率並無明顯差異。三種方法之中以依據參數在第一主成分軸上的loading值的大小為挑選參數的方法，鑑別模式較不穩定，不僅需使用較多的參數，其平均鑑別率亦較另兩種參數選擇的方法為低，在使用的參數低於 25 個時，其平均鑑別率明顯下降。以參數之間的相關性挑選參數的方法，在使用的參數低於 15 個時，鑑別效果亦明顯降低。綜合以上所述，本實驗所使用的三種參數挑選的方法之中，以個別參數對網路訓練的影響度為依據所挑選的參數，不僅在鑑別上有較佳的效果，所訓練的模式亦有較佳的穩定性，在使用數量較少的參數之下仍能維持較高的鑑別率。

㊦ 本實驗與前人實驗結果的比較

張等人(2000)曾以 1997、1998 年的一期稻作樣本，以類神經網路及影像處理方法，使用 60 個參數對台農秈 20 號、台中秈 10 號、台農 67 號、台農 70 號，台梗 8 號以及台梗 9 號共六個品種進行品種辨識的實驗。本實驗所用的品種因台農 70 號的樣本無法取得所以只有五個品種，但是樣本

收集的地區從台灣東部、中部以及南部，與張等人(2000)所使用的樣本皆來自台灣中部相比較更具實用價值。我們認知同時辨識的品種越多辨識的困難度亦愈高，在無法取得台農 70 號的樣本之下，僅就以台農秈 20 號、台中秈 10 號、台農 67 號、台梗 8 號以及台梗 9 號五種品種與張等人所做的結果內相同的品種及品種數作比較，張等人(2000)以比較參數在主成分軸上的Loading值大小的方法，建議使用 43 個參數作網路的訓練，其上述五種品種的平均驗證率為 90.7%，驗證標準差為 8.09%，本實驗以參數對類神經網路訓練的影響度大小作為挑選參數的依據，在使用 20 個參數時，平均驗證率為 90.59%，驗證標準差為 6.06%，兩相比較本實驗在使用較少的參數之下仍能獲致與張等人所得相同的驗證率。同樣的以上述相同的五個品種與李(1998)所得結果做比較，本實驗在使用 20 個參數時所獲致的平均驗證率，明顯優於李(1998)使用 4 個主成分所得的平均驗證率 70.8%，驗證標準差 22.55%。在參數選擇方面本實驗之驗證率與前人使用相同品種所作實驗結果的比較如表 15 所示。

表 15 本實驗與前人所作實驗的驗證率比較表
Table 15 Validation rates compared with different reports

使用參數 Parameters 水稻品種 Variety	李 (1998) Lee (1998) 4	張等人 Chang et al. (2000) 43	劉等人 Liu et al. (2003) 40
台農秈 20 號 Tainung Sen 20	95%	100%	98.82%
台中秈 10 號 Taichung Sen 10	84%	96.8%	97.65%
台農 67 號 Tainung 67	64%	86.9%	92.94%
台梗 8 號 Taikeng 8	36%	79.6%	83.53%
台梗 9 號 Taikeng 9	75%	90.2%	90.59%
平均驗證率 Average validation rates	70.8%	90.70%	92.71%
標準差 Standard deviation	22.55%	8.09%	6.14%

內 籼稻與粳稻、籼稻與粳稻、粳稻與粳稻之間的品種鑑別

1. 籼稻與粳稻之間的品種鑑別

由於籼稻與粳稻在外觀上具有明顯的差異，尤其是長寬比明顯不同，使用一個參數（最長軸／最大寬）作網路訓練，網路內具一層隱藏層、隱藏層內具有3個點節、慣量為0.4、網路訓練次數為50,000次、訓練誤差(RMS error)=0.04、相關係數(r)=1，對驗證組樣本進行驗證，170個籼稻樣本都能正確分類，255個粳稻樣本中僅有2個誤判為籼稻，平均驗證率為99.61%、驗證標準差為0.55%。以此模式鑑別2000年樣本，對200個籼稻以及300個粳稻樣本都能做出正確的分類，平均鑑別率為100%、鑑別標準差為0%。

2. 籼稻與粳稻之間的品種鑑別

依參數對網路的影響度，由大至小依序使用面積、面積／周長、第48個寬度值、形狀係數、最長軸／最大寬，共5個參數，對台農67號以及台中10號這兩種品種作兩群分類，網路訓練時，網路內具一層隱藏層、隱藏層內具有5個點節、慣量為0.4、網路訓練次數為50,000次、訓練誤差(RMS error)=0.07、相關係數(r)=0.98，對驗證組樣本進行驗證，85個台農67號的樣本中有4個被誤判為台中10號，而台中10號的85個樣本中有5個被誤判為台農67號，平均驗證率為94.71%、驗證標準差為0.83%。以此模式鑑別2000年樣本，在200個樣本中僅有1個台農67號樣本被誤判為台中10號，其餘199個樣本都能作出正確的辨識，平均鑑別率為99.5%、鑑別標準差為0.71%。

3. 粳稻與粳稻之間的品種鑑別

對台農67號、台梗8號以及台梗9號這三個品種的粳稻作三群分類，使用全部60個參數，網路內具有2層隱藏層、第一層隱藏層內具有40個點節、第二層隱藏層內具有25個點節、慣量為0.4、網路訓練次數為50,000次、訓練誤差(RMS error)=0.14、相關係數(r)=0.87，對驗證組樣本進行驗證，平均驗證率為

88.63%、驗證標準差為3.78%。以此模式鑑別2000年樣本，平均鑑別率為84%、鑑別標準差為14.18%。在驗證組的300個粳稻樣本中，有48個樣本被誤，這48個被誤判的樣本都是台農67號、台梗8號這兩個品種之間相互誤判，至於台梗9號的100個樣本都能作出正確的判別。可見粳稻鑑別不僅使用的參數比籼稻多，準確性也較差。尤其是台農67號與台梗8號之間，在嘗試過調整網路結構、參數數目以及參數選擇方法之後其辨識率仍較其他品種明顯偏低。

內 將台農67號和台梗8號視為同一品種之驗證與鑑別結果

現嘗試將台農67號與台梗8號兩種品種歸為同一品種，然後以共計四個品種作訓練、驗證與鑑別，使用60個參數訓練網路，網路內具有兩層隱藏層，第一層隱藏層有40個點節，第二層隱藏層有20個點節，訓練次數為50,000次，訓練誤差(RMS error)=0.07，相關係數(r)=0.97，驗證結果如表16所示，若將台農67號與台梗8號視為同一品種，除了台梗9號的驗證率為85.88%之外其餘3個品種的驗證率分別為98.82%，95.29%及98.24%，在台農67號與台梗8號驗證組的170個樣本中僅有3個誤判。以同樣的模式鑑別2000年的樣本，鑑別結果如表17所示，鑑別率達到99.75%，在所有鑑別組的500個樣本之中僅僅發生一次誤判，台農67號以及台梗8號這兩種品種視為同一品種時，共200個樣本都能做出正確的鑑別。由於辨識品種的依據為稻穀的外觀顏色和幾何形狀，在台農67號與台梗8號之間容易發生相互誤判的情形，應可推測其原因為這兩種品種的外觀性狀十分相似之故，所以本實驗所選取的外觀性狀對這兩個品種的鑑別率較其他品種為低，鑑別這兩種品種時需使用全部60個參數。

四、結 論

產於台灣中部、東部及南部，收穫於1997、1998、1999及2000年夏天之一期稻作共5種水稻品種（台農67號、台中10號、台農67號、

表 16 視台農 67 號與台梗 8 號為同一品種，使用 60 個參數的驗證率和樣本分布
Table 16 Validation rates and sample distribution if Tainung 67 and Taikeng 8 were considered as the same variety

	台農秈20號 Tainung Sen 20	台中秈10號 Tainung Sen 10	台農67號+台梗8號 Tainung 67 and Taikeng 8	台梗9號 Taikeng 9
台農秈20號 Tainung Sen 20	84 98.82%	1 1.18%	0 0%	0 0%
台中秈10號 Tainung Sen 10	4 4.71%	81 95.29%	0 0%	0 0%
台農67號+台梗8號 Tainung 67+Taikeng 8	0 0%	1 0.59%	167 98.24%	2 1.18%
台梗9號 Taikeng 9	0 0%	0 0%	12 14.12%	73 85.88%

平均驗證率 (Average validation rates) =94.56%、驗證標準差 (Standard deviation) =5.99%

表 17 視台農 67 號與台梗 8 號為同一品種，使用 60 個參數的鑑別率和樣本分布
Table 17 Classification rates and sample distribution if Tainung 67 and Taikeng 8 were considered as the same variety

	台農秈20號 Tainung Sen 20	台中秈10號 Tainung Sen 10	台農67號+台梗8號 Tainung 67 and Taikeng 8	台梗9號 Taikeng 9
台農秈20號 Tainung Sen 20	100 100%	0 0%	0 0%	0 0%
台中秈10號 Tainung Sen 10	0 0%	100 100%	0 0%	0 0%
台農67號+台梗8號 Tainung 67+Taikeng 8	0 0%	0 0%	200 100%	0 0%
台梗9號 Taikeng 9	0 0%	0 0%	1 1%	99 99%

平均鑑別率 (Average classification rates) =99.75%、鑑別標準差 (Standard deviation) =0.50%

台梗 8 號、台梗 9 號) 為實驗樣本，依序擷取水稻影像的面積、周長、形狀係數、面積／周長、最大寬度值、最長軸值、最長軸／最大寬、每粒稻穀的平均紅色光度值(R)、平均綠色光度值(G)、平均藍色光度值(B)以及水稻最長軸上等距的 50 個寬度值，共計 60 個參數。1997、1998、1999 年之 10 個樣本之平均值作為一個樣本數的 2/3 為訓

練組用來訓練模式，1/3 樣本數為驗證組用來驗證模式，建立之模式鑑別 2000 年的樣本結論如下：

採用全部 60 個參數建立之模式，五種水稻品種的平均驗證與鑑別率分別為 92.24%與 92.0%，驗證與鑑別標準差分別為 4.82%與 10.98%。以參數之間相關性的高低，由低至高挑選 30 個參數，五種水稻品種的平均驗證率與鑑別率為 89.18%與

91.4%，驗證與鑑別標準差分別為6.19%與14.31%。依參數對網路訓練的影響度，由大至小挑選20個參數，五種水稻品種的平均驗證與鑑別率分別為90.59%與91.8%，驗證與鑑別標準差分別為6.06%與15.69%。以參數在第一主成分軸上之Loading值由大至小挑選50個參數，五種水稻品種的平均驗證與鑑別率分別為91.77%與90.0%，驗證與鑑別標準差分別為5.26%與19.69%。以倒傳遞類神經網路進行水稻品種鑑別，在本實驗所使用的三種參數挑選的方法中，以個別參數對網路訓練影響度的大小挑選參數所建立的鑑別模式最穩定，在相同的鑑別率之下所使用的參數最少。

使用一個參數（最長軸／最大寬）作模式的訓練，對秈稻與硬稻作兩群分類，平均驗證與鑑別率分別為99.61%與100%，驗證與鑑別標準差分別為0.55%與0%。使用面積、面積／周長、第48個寬度值、形狀係數、最長軸／最大寬共計5個參數作訓練，對台農仙20號與台中秈10號做兩群分類，平均驗證與鑑別率分別為94.71%與99.5%，驗證與鑑別標準差分別為0.83%與0.71%。

使用60個參數作訓練，對台農67號、台梗8號與台梗9號做三群分類，平均驗證與鑑別率分別為88.63%與84%，驗證與鑑別標準差分別為3.78%與14.18%。將台農67號與台梗8號視為同一品種，採用60個參數作訓練，四種水稻品種的平均驗證與鑑別率分別為94.56%與99.75%，驗證與鑑別的標準差分別為5.99%與0.5%。

五、致 謝

本實驗承蒙國科會計劃編號 NSC 89-2313-B-002-241 及 90-2313-B-002-327 之經費支援下方得以完成，謹致謝意。在此亦對在實驗理論及方法上給予諸多建議及協助的台灣大學生物產業機電工程學系周瑞仁教授及林達德教授，中興大學生物產業機電工程學系萬一怒教授及陳育仁博士

(Dr. Yud-Ren Chen, Research Leader, Instrumentation and Sensing Laboratory, ARS, USDA, ISL) 致上謝意。

六、參考文獻

1. 曾美倉、謝英雄、陳正義。1990。利用穀粒外形影像特徵之樣品平均數來判別水稻栽培品種。台大農學院研究報告 30(4)：58-65。
2. 李盛銘。1998。以近紅外線與影像技術鑑別水稻品種。碩士論文。台北：台灣大學農業機械工程研究所。
3. 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。農業機械學刊 9(4)：1-16。
4. Burks, T. F, S. A. Shearer, and K. D. Donohue. Backpropagation neural network design and evaluation for classifying weed species using color image texture. Transactions of the ASAE 43(4): 1029-1037.
5. Paliwal J., N. S. Shashidhar, and D. S. Jayas. 1999. Grain Kernel Identification using Kernel Signature. Transactions of the ASAE. 42 (6): 1921-1924.
6. Paliwal J., N. S. Visen, and D. S. Jayas. 2001. Evaluation of Neural Network Architectures for Cereal Grain Classification using Morphological Parameters. J. agric. Engng Res. 79(4): 361-370.
7. Paliwal, J., N. S. Visen, D. S. Jayas, and N. D. G. White. 2003. Comparison neural network and a non-parametric classifier for grain kernel identification. Biosystems Engineering 85(4): 405-413.

收稿日期：2003 年 1 月 15 日

修改日期：2004 年 3 月 16 日

接受日期：2004 年 6 月 23 日