

# 朝陽科技大學

資訊管理系碩士在職專班一年級

## 91(下)Neural Network Homework 2

---

### BPN Character Recognition

指導老師：李麗華教授

學生姓名：朱 孝 國

學號：9 1 5 4 6 1 0

中 華 民 國 九 十 二 年 五 月

# 目錄

第一章	BPN作業說明.....	3
第二章	類神經網路導論	
	2.1 類神經網路介紹.....	4
	2.2 類神經網路分類.....	5
	2.3 類神經網路結構.....	5
第三章	BPN架構說明	
	3.1 倒傳遞網路介紹.....	6
	3.2 倒傳遞網路架構.....	6
	3.3 倒傳遞網路演算法.....	7
	3.4 倒傳遞網路的探討.....	7
第四章	BPN程式設計說明	
	4.1 系統功能說明.....	8
	4.2 執行環境說明.....	8
	4.3 使用方式說明.....	8
	4.4 系統流程說明.....	9
第五章	程式執行結果	
	5.1 學習訓練過程.....	10
	5.2 辨識回想過程	
	5.2.1 測試案例.....	11
	5.2.2 待推案例.....	12
第六章	結論與心得	
	6.1 開發過程的辛酸.....	14
	6.2 心得.....	14
	6.3 結論.....	15
第七章	附錄	
	7.1 訓練範例.....	16

## 第一章 BPN作業說明

- A) 請撰寫或利用已有之工具設計一個Back Propagation Network(BPN), 此BPN可以讀入10X7的圖形, 並輸出26個數字, 這26個數字代表可辨識大寫英文字母A~Z的結果. 你的程式應能讓user自行輸入檔名(XXXX.txt), 而輸出則要在螢幕上顯示出最後辨識出的那個字母的答案.
- B) 請試著自行設計字母的圖形並採用0與1表示圖形的內容, 每個training pattern均由70個數字(0或1)組成, 也就是說ANN的input node應為70, hidden nodes 請自行決定, 而output node當然是26個.
- C) 建議每個字母pattern都應設計約3~5個左右, 所以您的Training Set應該約有80~130個patterns.  
請務必記住, pattern 數量多不一定就好, 而是要選擇具代表性的pattern來training(可參見下圖), 有代表性才能將 BPN train好.
- D) Training 好之後的BPN應該要做testing.  
所以你應再另外設計約30~50組左右的pattern來做測試, 測試時就應計算辨識率, 即辨識率 = (辨識正確的pattern數) / (全部測試pattern數)
- E) 上機測試: 由老師自備數個英文字母檔, 現場由你的程式一一讀入, 藉以測試你的程式是否能辨識出此檔的字母, 並觀察你程式的辨識率.
- F) 上機測試後, 你的作業應繳交一份報告文件(附封面), 內含
- (A) 本作業內容說明
  - (B) BPN架構說明, 你的程式設計(或採用套軟的參數設定)說明
  - (C) 程式執行時的結果
  - (D) 測試的結果分析與探討(別忘了"辨識率")
  - (E) 本作業的經驗、感想與心得
- (附錄)最後仍請你將所採用的training set內容附上做參考(要列印哦, 但可縮小印).

		1	1	1		
		1		1		
	1				1	
	1				1	
	1				1	
1	1	1	1	1	1	1
1						1
1						1
1						1
1						1

			1			
		1		1		
	1				1	
	1				1	
	1				1	
	1	1	1	1	1	
	1				1	
	1				1	
	1				1	
	1				1	

圖一. 英文字母'A'的二個可能的pattern樣子, 未填數字處均為'0'

## 第二章 類神經網路導論

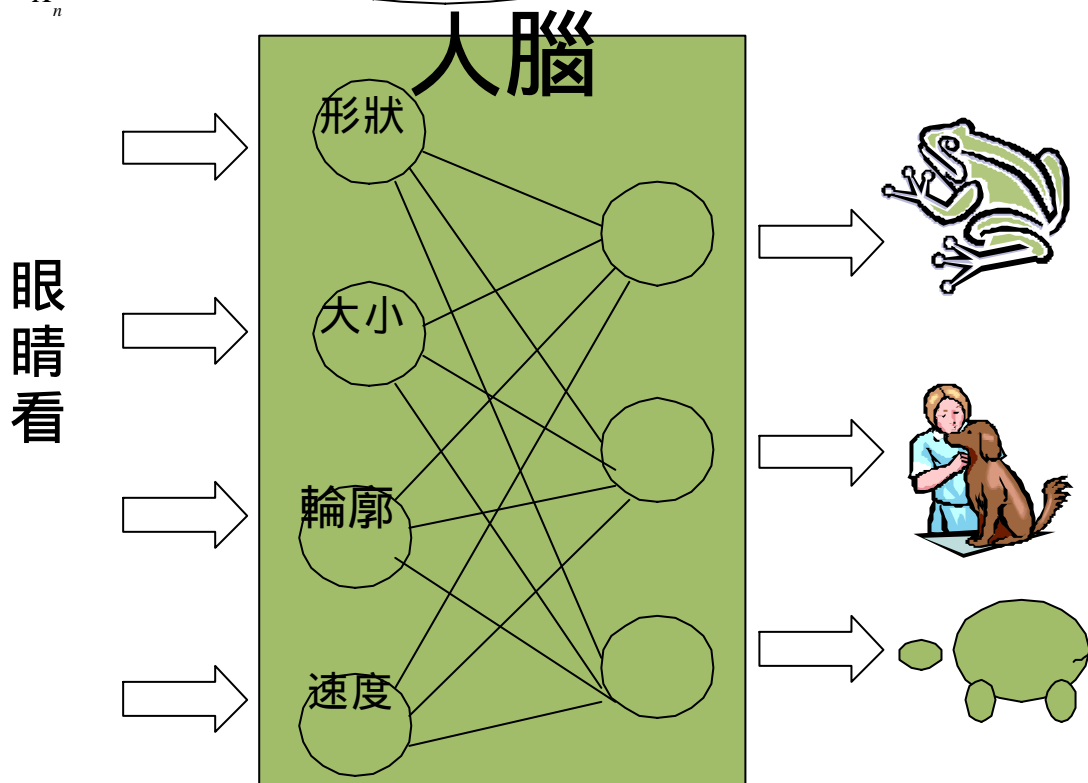
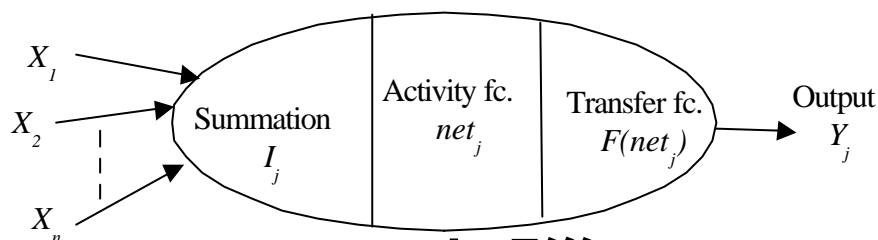
### 2-1 類神經網路介紹

類神經網路(Artificial Neural Network,ANN)是一種模仿生物神經系統的數學模型，因為生物的神經系統在語音、聽覺、影像和視覺方面均有很完美的表現，縱然現今電腦擅長於執行高速的複雜運算，但要電腦像生物腦一般做到辨識與學習就如同小孩般的具有聽說讀寫的能力，就算是最具威力的超級電腦也力有未逮。

類神經網路可利用data及pattern來訓練，符合人類的自然學習法，可因資料輸入愈多愈有經驗，且速度愈快，與現有電腦的特性相反，因此其高速平行處理、學習能力與容錯為其主要特性。

類神經網路是由許多稱為神經元(neuron)的非線性處理單元(Processing Element,PE)和連結這些處理單元的神經軸所組成，這樣模仿人類腦部運作方式的架構可以組成各種網路典範(network paradigm)，其中以倒傳遞網路(Back Propagation Network,BPN)的應用最為普遍。

人工神經元模型



## 2-2 類神經網路分類

因著不同的網路模式所擅長，可以分類為下列四種

### 1. 監督式學習網路(Supervised learning network)

根據期望輸出值與實際計算值比較後調整權重，著名的模式有perceptron, BPN, CPN, PNN, LVQ等。

### 2. 非監督式學習網路(Unsupervised learning network)

無須外在監督，網路自行調整權重，著名的模式有SOM, ART等。

### 3. 記憶式學習網路(Memorize learning network)

直接訓練並記憶所訓練過的所有對照資料or圖形，固定權重，著名的模式有HNN, BAM等。

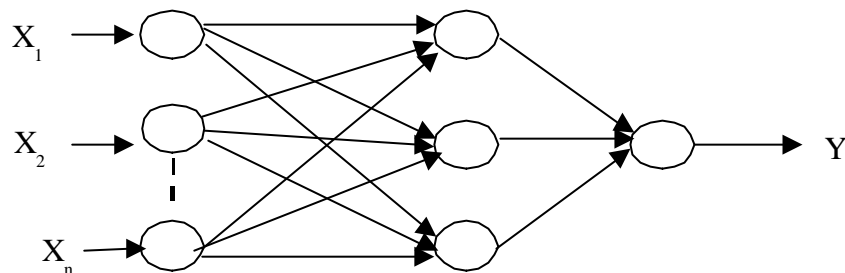
### 4. 最佳化應用網路(Optimization application network)

針對某一問題提出最佳解，著名的模式有ANN, HTN等。

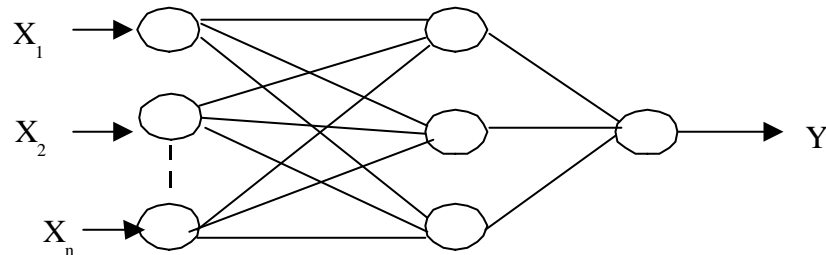
## 2-3 類神經網路架構

### 1. 前向式架構(forward)

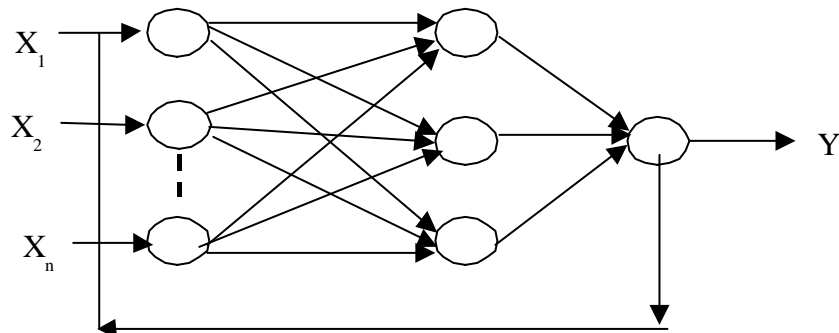
One-way



Two-way



### 2. 回饋式架構(Feedback)



# 第三章 BPN架構說明

## 3-1 倒傳遞網路介紹

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化。

## 3-2 倒傳遞網路架構

一個倒傳遞網路包含許多層，每一層包含若干個處理單元。

**輸入層 (Input layer)：**表現網路的輸入變數，其處理單元個數依需要而定。使用線性轉換函數，即 $f(x)=x$ 。

**隱藏層 (Hidden Layer)：**表現輸入處理單元間的交互作用，其處理單元數目並無標準方法可以決定，經常需以實驗方式決定其最佳數目。使用非線性轉換函數，網路可以不只一層隱藏層，也可以沒有隱藏層。

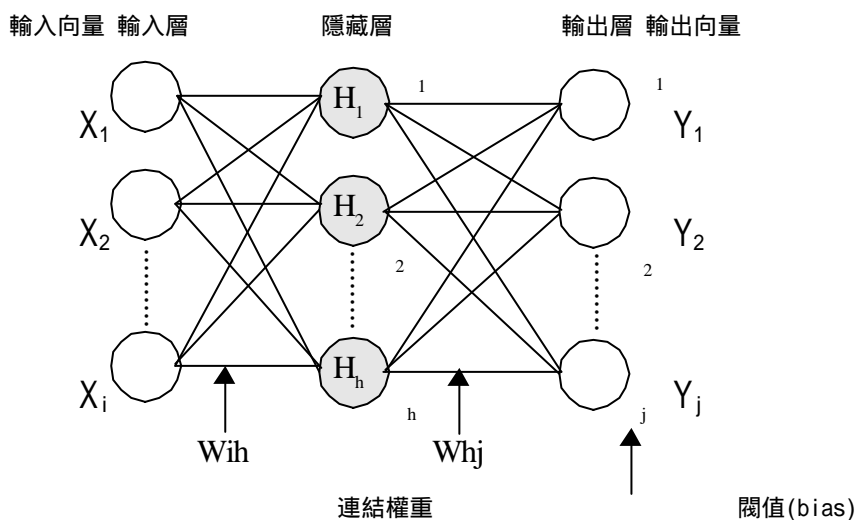
**輸出層 (Output Layer)：**表現網路的輸出變數，其處理單元數目依問題而定。使用非線性轉換函數。

**連結權重 (Weights)：**每一層處理單元均有連結與相鄰層的處理單元連接，表示神經節記憶的強度。

**轉換函數 (Transfer Function)：**倒傳遞網路最常用的非線性轉換函數為雙彎曲函數(sigmoid function)，這種函數當自變數趨於正負無限大時，函數值趨於常數，值域在之 $[0, 1]$ 間。

$$f(\text{net}_j) = 1 / (1 + e^{-\text{net}_j})$$

圖3-1 BPN網路架構



### 3-3 倒傳遞網路演算法

以單一隱藏層為例，整理倒傳遞網路演算法如下：

學習訓練(Learning)過程：

1. 設定網路與初始化的各項參數，包含單元數與學習率，學習循環數等。
2. 隨機設定隱藏層與輸出層之閾值(bias)與層與層間之權重(weights)。
3. 對網路輸入一個訓練範例的輸入向量X與目標輸出向量T。
4. 計算加總各層之權重，並以轉換函數輸出，以求得隱藏層各單元之推論輸出向量H，輸出層各單元之推論輸出向量Y。
5. 將輸出層之推論向量Y與目標輸出向量T比較後得出輸出層各單元的誤差，並據以計算出隱藏層各單元的誤差。
6. 根據各單元的誤差量，配合學習速率倒推回去計算各層的權重修正量與閾值修正量。
7. 以求出的修正量去更正各層各單元的權重與閾值。
8. 若有其他訓練範例則讀入後，回到第三個步驟重複之直到誤差量收斂。

辨識回想(Recalling)過程：

1. 讀入網路與初始化的各項參數，包含各層單元數與隱藏層與輸出層之閾值(bias)與權重(weights)。
2. 對網路輸入一個測試範例的輸入向量X。
3. 計算加總各層之權重，並以轉換函數輸出，以求得隱藏層各單元之推論輸出向量H，輸出層各單元之推論輸出向量Y。
4. 輸出此測試範例的推論輸出向量Y。

### 3-4 倒傳遞網路的探討

1. 如何決定隱藏層處理單元的個數？

通常隱藏層處理單元的數目越多，網路越複雜，收斂也越慢。一般而言問題的雜訊與複雜性可決定隱藏層處理單元的個數，有公式可供參考

a. (輸入層單元數 + 輸出層單元數) / 2

b. (輸入層單元數 \* 輸出層單元數)<sup>1/2</sup>

2. 如何決定隱藏層的層數？

若問題為線性則不需要隱藏層，通常隱藏層的數目為一層到二層可以有最好的收斂性質，更多的隱藏層會使網路過度複雜，使得在修正權重時容易掉入一個誤差函數的局部最小值，而無法收斂。

3. 如何決定學習速率？

學習速率會影響權重的修正量大小，所幸由經驗顯示，學習速率在很大的範圍均有很好的收斂性，一般取0.1~1.0之間的值都可以。

## 第四章 BPN程式設計說明

### 4-1 系統功能說明

本系統以BPN理論為依據，使用Perl script開發，實作能辨識大寫字母A~Z的功能，可跨平臺使用於Linux/Unix/Windows之命令列模式。

#### 系統提供使用者可自行設定下列參數

1. 可設定隱藏層單元個數(hidden nodes)
2. 可設定學習速率(learning rate)
3. 可設定學習循環次數(learning cycle)
4. 可設定誤差函数的最小目標值(goal)
5. 可設定隨機或固定的權重與閾值(weights,bias)
6. 可設定使用不同的轉換函数(sigmoid/hyperbolic tangent)

#### 其他輔助功能

1. 系統自動判別pattern格式讀入，如'1 0 1'，'1,0,1'，'101'。
2. 系統不受限pattern形狀為矩陣或陣列一律以串流方式讀入再以指定的node數作切割輸入。
3. 系統提供學習進度百分比與剩餘時間之顯示。
4. 在進行回想辨識過程時，若能同時給予一正確值之檔案，系統會根據回想結果與正確值做比較，報告辨識率。
5. 系統記錄學習過程總花費時間與最後誤差函数的值。

### 4-2 執行環境說明

- Linux+Perl
- Windows+ActivePerl (<http://www.activestate.com>)

### 4-3 使用方式說明

- 學習訓練模式(Learning Mode)：  
perl bpn.pl -i input.txt -o output.txt [-u bpn.ini]
- 辨識回想模式(Recalling Mode)：  
perl bpn.pl -t simulate.txt [-o output.txt]
- 參數說明：
  - -i 輸入pattern檔
  - -o 輸出pattern檔(與-t併用時，系統提供辨識率結果)
  - -t 欲辨識的pattern檔
  - -u bpn參數設定檔
  - -h bpn程式說明



#### 4-4 系統流程說明

茲以pseudo code表現如下：

```
if (未正確使用參數) {
    顯示 求助畫面();
    結束;
}
if (模擬回想) {
    讀入之前訓練過的網路與權重, 閾值 ;
    讀入欲辨識的pattern檔 ;
    if (欲辨識的pattern總node數 % input node數 == 0) {
        結束 ;
    }
    for j=1 to 所有欲辨識的pattern數 {
        計算推論輸出向量Y並輸出 ;
    }
    如果有正確結果可供參照則顯示辨識率 ;
    結束 ;
}
if (學習訓練) {
    設定各項變數;
    讀入欲辨識的input與output pattern檔 ;
    如果有使用者設定檔也讀入之;
    if (欲辨識的pattern 總node數 % input node數 == 0) {
        結束 ;
    }
    隨機/固定 設定權重與閾值;
    for x=1 to 學習循環次數 {
        for y=1 to 所有欲辨識的pattern數 {
            計算加總與轉換Hnet, H, Ynet, Y ;
            計算誤差值Y_error, H_error ;
            以?  $(T-Y)^2$ 加總pattern的誤差 ;
            計算修正量Whj_error, Wij_error, BiasY_error, BiasH_error ;
            更新Whj, Wij, BiasY, BiasH ;
            每1%顯示進度與剩餘時間 ;
        }
        每100次學習循環顯示誤差值 ;
        若誤差值已小於goal, 則break ;
    }
    學習完成警示聲提示 ;
    寫入記錄檔 ;
    顯示總花費時間與最後誤差值 ;
    結束 ;
}
```

## 第五章 程式執行結果

### 5-1 學習訓練過程

參數	結果
輸入層單元數：70	花費時間：6小時15分
隱藏層單元數：48	最終誤差函數值：0.00213
輸出層單元數：26	
學習率：1	
學習循環：5000	
訓練範例數：131 (參見附錄)	

### 訓練過程畫面擷取

```
cycle=3600, error=0.00100560 remain time : 3:29:62
cycle=3700, error=0.000970000 remain time : 3:24:1
cycle=3800, error=0.000945000 remain time : 3:13:27
cycle=3900, error=0.000935000 remain time : 3:3:48
cycle=4000, error=0.000900000 remain time : 2:57:48
cycle=4100, error=0.000875000 remain time : 2:47:20
cycle=4200, error=0.000855000 remain time : 2:36:51
cycle=4300, error=0.000845000 remain time : 2:31:36
cycle=4400, error=0.000815000 remain time : 2:21:14
cycle=4500, error=0.000800000 remain time : 2:10:45
cycle=4600, error=0.000785000 remain time : 2:5:30
cycle=4700, error=0.000765000 remain time : 1:55:1
cycle=4800, error=0.000720000 remain time : 1:44:32
cycle=4900, error=0.000715000 remain time : 1:39:18
cycle=5000, error=0.000695000 remain time : 1:28:49
cycle=5100, error=0.000680000 remain time : 1:18:25
cycle=5200, error=0.000660000 remain time : 1:13:11
cycle=5300, error=0.000655000 remain time : 1:2:43
cycle=5400, error=0.000645000 remain time : 0:52:15
cycle=5500, error=0.000640000 remain time : 0:47:1
cycle=5600, error=0.000615000 remain time : 0:36:34
cycle=5700, error=0.000605000 remain time : 0:26:81
cycle=5800, error=0.000605000 remain time : 0:20:55
cycle=5900, error=0.000590000 remain time : 0:10:27
progress : 778140/786000 99% remain time : 0:5:14
```

## 5-2 辨識回想過程

### · 5-2-1 測試範例

以自己另外做的30個pattern來檢測網路訓練的精度。

序	字母	第一可能	第二可能	第三可能	結果
1	A	H(0.66)	A(0.2)		X
2	A	A(1)			O
3	B	B(0.86)			O
4	B	B(0.36)			O
5	C	C(0.96)			O
6	C	C(0.98)			O
7	D	D(1)			O
8	D	D(1)			O
9	E	E(0.99)	B(0.02)		O
10	F	F(0.93)			O
11	G	G(0.99)	C(0.01)		O
12	H	H(1)			O
13	I	I(0.99)			O
14	J	J(1)			O
15	K	K(0.99)			O
16	L	L(1)			O
17	M	M(0.22)	H(0.04)		O
18	N	N(0.99)	M(0.01)		O
19	O	O(0.54)			O
20	P	P(1)			O
21	Q	Q(1)			O
22	R	H(0.5)			X
23	S	S(0.45)	B(0.05)		O
24	T	T(1)	F(0.05)		O
25	U	U(0.99)			O
26	V	V(0.92)	U(0.09)		O
27	W	U(0.19)	N(0.01)		X
28	X	X(0.9)	A(0.02)		O
29	Y	Y(1)	J(0.04)		O
30	Z	Z(1)	C(0.01)		O

辨識率：27/30 = 90%

• 5-2-2 待推案例

以麗華老師提供的70個pattern來檢測網路訓練的成效。

序	字母	第一可能	第二可能	第三可能	結果
1	A	H(0.66)	A(0.2)		X
2	A	A(1)			O
3	A	H(0.66)	A(0.06)		X
4	B	A(0)			X
5	B	B(0.18)			O
6	B	B(0.08)			O
7	C	C(0.99)			O
8	C	C(0.55)			O
9	C	C(0.99)			O
10	D	D(0.87)	A(0.01)		O
11	D	D(0.94)			O
12	D	D(0.67)			O
13	D	D(0.45)			O
14	E	E(0.92)			O
15	E	E(0.96)			O
16	E	E(0.94)			O
17	F	P(0.34)	F(0.24)	A(0.01)	X
18	F	F(0.79)	C(0.01)		O
19	F	F(0.99)			O
20	G	G(0.99)	C(0.01)		O
21	G	G(0.02)	E(0.01)		O
22	G	C(0.09)			X
23	H	H(0.99)	A(0.02)		O
24	H	H(0.99)			O
25	I	I(0.98)			O
26	I	Y(0.58)	J(0.46)		X
27	I	I(0.97)			O
28	J	C(0.03)			X
29	J	J(0.93)	I(0.11)		O
30	J	I(0.49)	B(0.01)		X
31	K	K(0.99)			O
32	K	R(0.84)	K(0.08)	B(0.02)	O
33	L	L(0.19)	C(0.08)		O
34	L	L(0.93)	D(0.11)	B(0.03)	O
35	M	H(1)			X
36	M	M(0.97)			O
37	N	N(0.99)	M(0.01)		O

序	字母	第一可能	第二可能	第三可能	結果
38	N	N(0.64)	H(0.11)		O
39	O	O(0.06)			O
40	O	O(0.99)			O
41	P	P(0.99)	F(0.01)		O
42	P	P(0.97)	F(0.01)		O
43	Q	Q(0.86)	O(0.2)		O
44	Q	Q(0.55)			O
45	R	R(0.12)	H(0.01)		O
46	R	R(0.92)			O
47	R	T(0.05)	M(0.04)	A(0.02)	X
48	S	E(0.14)			X
49	S	S(0.67)			O
50	S	S(0.22)	B(0.22)		O
51	T	T(0.99)	J(0.01)		O
52	T	J(0.71)	C(0.01)		X
53	T	T(0.99)	J(0.02)		O
54	U	U(1)	D(0.01)		O
55	U	U(0.82)	O(0.38)	D(0.01)	O
56	U	U(0.06)			O
57	V	V(0.89)	U(0.38)	S(0.01)	O
58	V	V(0.33)	U(0.09)	D(0.04)	O
59	V	D(0.01)			X
60	W	W(0.75)	N(0.01)		O
61	W	V(0.87)	H(0.07)		X
62	W	W(0.01)			O
63	X	X(0.46)	P(0.02)		O
64	X	X(0.87)	P(0.02)	F(0.01)	O
65	Y	Y(1)	J(0.04)		O
66	Y	Y(0.95)	W(0.01)		O
67	Y	Y(0.15)	X(0.05)	P(0.04)	O
68	Z	Z(0.98)	J(0.15)		O
69	Z	Z(0.97)			O
70	Z	Z(0.99)	X(0.02)	J(0.01)	O
辨識率：55/70 = 78.57%					

## 第六章 結論與心得

### 6-1 開發過程的辛酸

這次的作業原本在猶豫要用Matlab還是自行撰寫，後來決定要以Perl來開發是因為反正都是要學，不如選一個跟自己未來研究時會用到的程式語言來實做，但因為Perl我也是菜鳥，所花的時間遠超出預期，特別是因為Perl是直譯式語言，執行效率較差，訓練過程要花相當長的時間，一開始抓不到感覺，學習率，隱藏層的單元數，學習循環的次數，能量函數的目標等參數，只要改一次就要跑3、6個鐘頭，足足花了我2個星期的時間，幾乎都耗在這個程式上實在是吃足了苦頭，但程式順利跑出來的那一剎那，那種喜悅真是筆墨難以形容。

### 6-2 心得

- 當權重的設定給予值域為正負0.1之間收斂的速度最快

程式開發初期權重採隨機設定0-1之間，發現在學習循環100次時，誤差高達50，但比較Matlab可以在學習循環100次時，誤差就可達0.1，收斂速度差了很多，於是中期後改為正負交替即-1-1之間，如此第100次的學習循環其誤差降為20，後期縮小值域到-0.1-0.1之間，誤差在第100次學習循環後就進入0.1以內。

- 當隱藏層的單元數較多時，較可抵抗pattern的雜訊

在設定隱藏層的單元數為35與48時其辨識率相同，但在提高pattern的雜訊後，發現隱藏層單元數為48的反而表現較好。

- 當增加隱藏層單元數時，其學習循環亦需提高，否則誤差會變大

在設定隱藏層的單元數為35，學習循環為500次時其誤差為0.02，但在增加隱藏層單元數至48時，學習循環需拉高至2000次，其誤差才會一樣。

- 當學習率太高時會導致無法收斂，但較高的學習率則收斂較快

在本程式設定學習率大於4時，會發生誤差擺盪無法收斂的情形，而在學習率為1時，學習循環要5000次，誤差才能達到0.00213，但在學習率為4時，學習循環僅1300次，誤差即可達到0.00213。

- 當pattern之雜訊較高時，誤差稍大的網路反而辨識率較佳

在某次pattern的測試時發現，在只有學習循環更動的情形下，學習循環次數2000次的辨識率會高於學習循環5000次的網路，雖然它們的誤差分別是0.05與0.02。

- 將訓練的Pattern適當的調整可提高其辨識率

原先訓練用的pattern我大都有左右對稱，間格相同的製作習慣，但在測試老師的pattern後，辨識率會由9成降至7成，後來對這些訓練範例的pattern給予一些調整像是多加幾個bit或減少一個bit後，反而可以提高辨識率，我想是因為減少了pattern之間的相似度吧。

- 訓練過的網路若遇到雜訊高的pattern就是無法辨識

發現若遇到一些相當奇特pattern在測試時就是無法辨識出來，當然我們知道對於這些夠代表性的pattern是應該放入訓練的範例中的，但我想沒有人有把握能收集所有夠典型的pattern，所以我就能夠體會像是一些智慧型輸入法或OCR軟體能夠在一個固定次數的使用者校正後就將之記錄起來，就是為了解決這個問題，這種在回想後若有修正則當作訓練的情形是一般商業模式所常見的。

- 影響收斂好壞的關鍵因素

在本作業中發現影響收斂好壞的因素依大小排列如下：

學習速率 > 權重設定 > 隱藏層個數

但要強調能快速收斂並不代表辨識率就高，辨識率高低與訓練範例好壞成正相關

### 6-3 結論

做完本次的作業，我可以體會BPN在訓練時要花費很長的時間（甚至無法保證可以找到最好的網路），但在回想時卻速度超快，還有在網路收斂不理想時，如何能夠快速判斷找出影響的因素是BPN給我最大的考驗，同時我發現真正影響辨識率的是在訓練樣本，如何建立一個典型且具代表性的pattern呢？我有一個想法是先針對訓練範例中不同字母的pattern相似度(0與1相同的程度)做統計，修正不夠代表性的pattern，以確保每個pattern都夠唯一，然後再加以訓練，配合適當的權重，學習率與隱藏層單元個數等參數的設定，然後對測試的pattern加以“預處理”給予正規化尺寸，如此辨識率想必可有很大的提升。

## 第七章 附錄

7-1 131個訓練範例

A	A	A	A	A	A	B
0011100	0001000	0001000	0011100	0001000	0000000	1111110
0010100	0010100	0010100	0010100	0010100	0011100	1000001
0100010	0100010	0010100	0010100	0010100	0100010	1000001
0100010	0100010	0100010	0100010	0010100	0100010	1000010
0100010	0111110	0100010	0100010	0100010	0100010	1111100
1111111	0100010	0111110	0100000	0100010	0111110	1111100
1100011	0100010	1000001	1111111	0111110	0100010	1000010
1000001	0100010	1000001	1000001	0100010	0100010	1000001
1000001	0100010	1000001	1000001	0100010	0100010	1000001
1000001	0100010	1000001	1000001	0100010	0000000	1111110
B	B	B	B	C	C	C
1111000	1111100	0111100	0000000	0011100	0011100	0111100
1000100	1000010	0100010	0111000	0100010	1100011	1000010
1000010	1000001	0100001	0100100	1000001	1000000	1000001
1000010	1000001	0100010	0100100	1000000	1000000	1000000
1000100	1000010	0111100	0111000	1000000	1000000	1000000
1111000	1111100	0100010	0100100	1000000	1000000	1000000
1000100	1000010	0100101	0100100	1000000	1000000	1000000
1000010	1000001	0100001	0100100	1000001	1000000	1000001
1000010	1000001	0100010	0111000	0100010	0100011	1000010
1111100	1111110	0111100	0000000	0011100	0011100	0111100
C	C	D	D	D	D	D
0000000	0000000	1111000	0111100	1110000	1000000	0000000
0011110	0011100	1000100	0100010	1001000	1111000	0111000
0100001	0100010	1000010	0100001	1000100	1000100	0100100
0100000	0100000	1000001	0100001	1000010	1000010	0100010
0100000	0100000	1000001	0100001	1000010	1000010	0100010
0100000	0100000	1000001	0100001	1000010	1000010	0100010
0100000	0100000	1000001	0100001	1000010	1000010	0100010
0100001	0100010	1000010	0100001	1000100	1000100	0100100
0011110	0011100	1000100	0100010	1001000	1111000	0111000
0000000	0000000	1111000	0111100	1110000	1000000	0000000
E	E	E	E	E	F	F
1111111	1111111	1111110	0111111	0000000	1111111	1111111
1000000	1000000	1000001	0100000	0111110	1000000	1100000
1000000	1000000	1000000	0100000	0100000	1000000	1000000
1000000	1000000	1000000	0100000	0100000	1000000	1000000
1111111	1000000	1111000	0111111	0111110	1111111	1000000
1000000	1111111	1000111	0100000	0100000	1000000	1111111
1000000	1000000	1000000	0100000	0100000	1000000	1000000
1000000	1000000	1000000	0100000	0100000	1000000	1000000
1000000	1000000	1000000	0100000	0100000	1000000	1000000
1000000	1000000	1000000	0100000	0111110	1000000	1000000
1111111	1111111	0111111	0111111	0000000	1000000	1000000



<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>G</b>	<b>G</b>	<b>G</b>
0000000	0111111	0000000	0011100	0001100	0111110	0000000
1111111	0100000	0111110	0100010	0010010	1000001	0011100
1000000	0100000	0100000	1000000	0100001	1000000	0100010
1000000	0100000	0100000	1000000	0100000	1000000	1000000
1000000	0100000	0111110	1000000	0100000	1000000	1000000
1000000	0111111	0100000	1000111	0100111	1001111	1000111
1111111	0100000	0100000	1000010	0100010	1000001	1000010
1000000	0100000	0100000	1000010	0100010	1000001	0100010
1000000	0100000	0100000	0100010	0010010	1000001	0011100
1000000	0100000	0000000	0011100	0001100	0111110	0000000
<b>G</b>	<b>H</b>	<b>H</b>	<b>H</b>	<b>H</b>	<b>H</b>	<b>I</b>
0000000	1000001	1000001	1000010	0100010	0000000	1111111
0011100	1000001	1000001	1000010	0100010	0100010	0001000
0100010	1000001	1000001	1000010	0100010	0100010	0001000
0100000	1000001	1000001	1000010	0100010	0100010	0001000
0100000	1111111	1000001	1111110	0100010	0111110	0001000
0100111	1111111	1111111	1000010	0111110	0100010	0001000
0100010	1000001	1000001	1000010	0100010	0100010	0001000
0100010	1000001	1000001	1000010	0100010	0100010	0001000
0011100	1000001	1000001	1000010	0100010	0100010	0001000
0000000	1000001	1000001	1000010	0100010	0000000	1111111
<b>I</b>	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>J</b>	<b>J</b>	<b>J</b>
0111110	0111110	0011100	0000000	1111111	1111111	0000000
0001000	0111110	0001000	0111110	0001000	0001000	0011100
0001000	0001000	0001000	0001000	0001000	0001000	0001000
0001000	0001000	0001000	0001000	0001000	0001000	0001000
0001000	0001000	0001000	0001000	0001000	0001000	0001000
0001000	0001000	0001000	0001000	0001000	0001000	0001000
0001000	0001000	0001000	0001000	0001000	0001000	0001000
0001000	0001000	0001000	0001000	0001000	0001000	0001000
0001000	0001000	0001000	0001000	0101000	0101000	0001000
0001000	0001000	0001000	0111110	0011000	0101000	0001000
0111110	0111110	0011100	0000000	0001000	0111000	0111000
<b>J</b>	<b>J</b>	<b>K</b>	<b>K</b>	<b>K</b>	<b>K</b>	<b>K</b>
0011100	0000000	1000010	1000001	1000000	0100001	0000000
0001000	0111110	1000100	1000010	1000001	0100010	0100010
0001000	0001000	1001000	1000100	1000010	0100100	0100100
0001000	0001000	1010000	1001000	1000100	0101000	0101000
0001000	0001000	1100000	1010000	1001000	0110000	0110000
0001000	0001000	1100000	1110000	1010000	0110000	0110000
0001000	0101000	1010000	1001000	1110000	0101000	0101000
0101000	0011000	1001000	1000100	1001000	0100100	0100100
0011000	0001000	1000100	1000010	1000100	0100010	0100010
0001000	0000000	1000010	1000001	1000010	0100001	0000000

L	L	L	L	L	M	M
0000000	1000000	1000000	0100000	0000000	1000001	1100011
1000000	1000000	1000000	0100000	0100000	1100011	1100011
1000000	1000000	1000000	0100000	0100000	1010101	1010101
1000000	1000000	1000000	0100000	0100000	1001001	1010101
1000000	1000000	1000000	0100000	0100000	1001001	1001001
1000000	1000000	1000000	0100000	0100000	1000001	1001001
1000000	1000000	1000000	0100000	0100000	1000001	1000001
1000000	1000000	1000010	0100000	0100010	1000001	1000001
1000001	1000010	1000000	0100001	0111110	1000001	1000001
1111111	0111111	0111111	0111111	0000000	1000001	1000001
M	M	M	N	N	N	N
0010100	0000000	0000000	1000001	0100001	1000010	0100010
0101010	0100010	0100010	1100001	0110001	1100010	0110010
1001101	0110110	0110110	1110001	0110001	1100010	0110010
1001001	0101010	0101010	1011001	0101001	1010010	0101010
1000001	0101010	0100010	1001001	0101001	1010010	0101010
1000001	0100010	0100010	1001101	0100101	1001010	0101010
1000001	0100010	0100010	1000101	0100101	1001010	0100110
1000001	0100010	0100010	1000111	0100011	1000110	0100110
1000001	0100010	0100010	1000011	0100011	1000110	0100110
1000001	0100010	0000000	1000001	0100001	1000010	0100010
N	O	O	O	O	O	P
0000000	0011100	0111110	0011100	0011100	0000000	1111110
0100010	1100011	1000001	0110110	0100010	0011100	1000001
0110010	1000001	1000001	0100010	0100010	0100010	1000001
0111010	1000001	1000001	1000001	0100010	0100010	1000001
0101010	1000001	1000001	1000001	0100010	0100010	1111110
0101010	1000001	1000001	1000001	0100010	0100010	1000000
0100110	1000001	1000001	1000001	0100010	0100010	1000000
0100110	1000001	1000001	0100010	0100010	0100010	1000000
0100010	1100011	1000001	0110110	0100010	0011100	1000000
0000000	0011100	0111110	0011100	0011100	0000000	1000000
P	P	P	P	Q	Q	Q
1111100	1111100	0111100	0000000	0111110	0011100	0011100
1000010	1111110	0100010	0111100	1000001	0110110	0100010
1000001	1100011	0100010	0100010	1000001	1000001	1000101
1000001	1100011	0100010	0100010	1000001	1000001	1000001
1000010	1111110	0111100	0111100	1000001	1000001	1000001
1111100	1111100	0100000	0100000	1010001	1000001	1000001
1000000	1100000	0100000	0100000	1001001	1001001	1001001
1000000	1100000	0100000	0100000	1000101	1000101	0100110
1000000	1100000	0100000	0100000	1100011	0110110	0011110
1000000	1100000	0100000	0000000	0011101	0011101	0000001

Q	Q	R	R	R	R	R
0011100	0000000	1111110	1111110	1111100	0111000	0000000
0100010	0011100	1000001	1000001	1000010	0100100	0111100
0100010	0100010	1000001	1000001	1000001	0100010	0100010
0100010	0100010	1000001	1000001	1000010	0100010	0100010
0100010	0100010	1111110	1000001	1111100	0100100	0111100
0100010	0100010	1010000	1111110	1001000	0111000	0110000
0101010	0101010	1001000	1001000	1000100	0110000	0101000
0100110	0100110	1000100	1000100	1000010	0101000	0100100
0100110	0011110	1000010	1000011	1000001	0100100	0100010
0011101	0000001	1000001	1000001	1000001	0100010	0000000
S	S	S	S	S	T	T
0111110	0011110	0111110	0011100	0000000	1111111	1111111
1000001	0100001	1000001	0100010	0011100	1001001	0001000
1000000	1000000	1000000	0100000	0100010	0001000	0001000
1000000	1000000	1100000	0100000	0100000	0001000	0001000
0110000	0110000	0111100	0010000	0011000	0001000	0001000
0001100	0001100	0000011	0001100	0001100	0001000	0001000
0000010	0000011	0000001	0000010	0000010	0001000	0001000
0000001	1000001	1000001	0000010	0100010	0001000	0001000
1000001	0100010	0110110	0100010	0011100	0001000	0001000
0111110	0011100	0011100	0011100	0000000	0001000	0001000
T	T	T	U	U	U	U
0011111	0111110	0000000	1000001	0000000	1000001	0100010
0000101	0001000	0111110	1000001	1000001	1000001	0100010
0000100	0001000	0001000	1000001	1000001	1000001	0100010
0000100	0001000	0001000	1000001	1000001	1000001	0100010
0000100	0001000	0001000	1000001	1000001	1000001	0100010
0000100	0001000	0001000	1000001	1000001	1000001	0100010
0000100	0001000	0001000	1000001	1000001	1000001	0100010
0000100	0001000	0001000	1000001	1000001	1000001	0100010
0000100	0001000	0001000	1000001	1000001	1000001	0100010
0000100	0001000	0001000	0100010	1100011	0111110	0100010
0000100	0001000	0000000	0011100	0111110	0000000	0011100
U	V	V	V	V	V	W
0000000	1000001	1000001	1000001	0000000	0000000	1000001
0100010	1000001	1000001	0100010	0000000	0100010	1000001
0100010	1000001	1000001	0100010	1000001	0100010	1000001
0100010	0100010	1000001	0100010	1000001	0100010	1000001
0100010	0100010	1000001	0010100	1000001	0010100	1000001
0100010	0100010	1000001	0010100	1000001	0010100	1001001
0100010	0010100	0100010	0010100	1000001	0010100	1001001
0100010	0010100	0110110	0010100	0100010	0001000	0101001
0011100	0001000	0011100	0001000	0010100	0001000	0110110
0000000	0001000	0001000	0001000	0001000	0000000	0100010

W	W	W	W	X	X	X
0000000	1000001	0000000	0000000	1000001	1000001	0000000
1000001	1000001	1000001	0100010	0100010	1000001	1000001
1000001	1001001	1001001	0101010	0110010	0100010	1000001
1000001	1001001	1001001	0101010	0010100	0010100	1100011
1000001	1001001	1001001	0101010	0001000	0001000	0010100
1001001	1001001	1001001	0101010	0010100	0010100	0001000
1001001	1001001	1001001	0101010	0100100	0100010	0010100
1001001	1010101	1001001	0010100	0100010	1000001	1100011
0101010	1100011	1001001	0010100	0100010	1000001	1000001
0010100	1100011	0110110	0000000	1000001	1000001	1000001
X	X	X	Y	Y	Y	Y
0000000	0000000	1000001	1100011	1000001	1000001	1000001
0100010	0100010	0100010	0100010	1000001	1000001	1000001
0100010	0010100	0110110	0010100	0100010	0100010	1000001
0010100	0010100	0001000	0001000	0010100	0010100	0100010
0001000	0001000	0001000	0001000	0001000	0001000	0011100
0001000	0001000	0001000	0001000	0001000	0001000	0001000
0010100	0010100	0001000	0001000	0001000	0001000	0001000
0100010	0010100	0001000	0001000	0001000	0001000	0001000
0100010	0100010	0001000	0001000	0001000	0001000	0001000
0000000	0000000	0001000	0001000	0001000	0001000	0001000
Y	Z	Z	Z	Z	Z	
0000000	1111111	1111110	0111111	0111110	0000000	
0100010	0000001	0000001	1000001	0000010	0111110	
0010100	0000010	0000001	0000001	0000010	0000010	
0001000	0000100	0000010	0000010	0000000	0000100	
0001000	0001000	0000100	0001100	0000100	0001100	
0001000	0010000	0001000	0001000	0001000	0011000	
0001000	0100000	0010000	0010000	0010000	0010000	
0001000	1000000	0100000	0100000	0100000	0100000	
0001000	1000000	1000000	1000001	0100000	0111110	
0000000	1111111	1111111	1111110	0111110	0000000	