

# 你可以再靠近一點：大型創新展示 圖片之設計

林宸生

## 摘要

「你可以再靠近一點：展示圖片之設計」在技術方面結合與視覺影像有關的光電與資訊科學，以輕鬆有趣的方式，傳達出藝術人文的內涵。本創意設計運用影像視覺解析度變化的技巧，開發出視覺化「你可以再靠近一點」之影像處理科學模型。可以特殊主題形式之相片展示於各展覽會場，遠看是一張主題相片，靠近一點來看，會發現它是由幾百張的相片拼湊而成，或是由許多有意義的文字所組成，這樣的相片，在此稱之為「你可以再靠近一點」電子照片，利用神經網路與偏移處理而達到將複數個次影像（圖片或文字），以最佳化之方式拼成一最終影像，又可插入隱藏字，兼具特殊意義、紀念性、趣味性等等。

關鍵詞：科學模型、神經網路、次影像、隱藏字

## 前言

在博物館的展示中，常可見到圖中有圖或圖中有字的展品，以特殊主題形式之相片展示於各展覽會場，遠看是一張主題相片，靠近一點來看，會發現它是由幾百張的相片拼湊而成，或是由許多有意義的文字所組成，例如由幾百張二二八歷史照片拼湊成紀念館的風景照，或是由幾百張美國內戰照片拼湊成林肯照片。

本創作之主要目的，在於提供一種具有神經網路比對處理之數位影像科學模型系統及處理方法，其巧妙的搭配神經網路與偏移處理之方式，使比對過程中能找到最佳之對應關係，複數個次影像在排列上可以略為偏移，進而產生一整張更逼真之最終影像。本創作之次一目的，在於提供一種具有數位影像科學模型系統(Lin et al., 2005；林宸生，1999a、1999b)、處理方法（林宸生、柯文卿，1999；林宸生，2001）及其成品

(Kim et al., 2003 ; Kim & Kim, 2005 ; Kawai, 2002)，其在神經網路比對處理之技術方面，結合與視覺影像有關的光電與資訊科學，以輕鬆有趣的方式，傳達出藝術人文的內涵。這樣的相片，筆者在此稱之為「你可以再靠近一點」電子照片。

## 原理與分析

「你可以再靠近一點」照片可利用點素合併法來達到解析度轉換，點素合併法又稱為點素化(pixellation)或馬賽克(Mosaic)處理，通常實施於一些不宜顯露的畫面，例如媒體上不能曝光的受訪者或超出尺度的鏡頭，經過點素合併處理後，整個畫面的點素變得較大，有點類似透過馬賽克窗戶來觀看一般。

點素合併處理是將遮罩中所有點素的灰度值加總後求其平均，然後重新寫入遮罩中的每一點素之灰度值中，這樣的操作可以想像新的畫面之細部結構不可分辨。此法所使用的遮罩可視需要作調整，遮罩寬度可以是奇數或偶數，並且也可以是長寬不相等的長方形。當遮罩寬度越大，則處理後畫面的點素就變得越大，如圖1之左上圖為原圖，右上圖是一個 3×3 之點素運算結果，左下圖是一個 10×10 之點素運算結果，右下圖是一個 20×20 之點素運算結果。



圖1. 一個影像之原圖與點素運算結果

以 3×3 之點素運算來說，對於一個點  $G(x,y)$  及其 8 鄰接點之灰度值會相等：

$$G(x,y) = n_0 = n_1 = n_2 = n_3 = n_4 = n_5 = n_6 = n_7$$

$$= \frac{G(x,y) + n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 + n_6 + n_7}{9} \quad (1)$$

像 3×3 這種微量的點素運算結果，能提供有點像一些沙龍藝術照布面處理的朦朧感覺。雖然點素運算會有若干損失，然而還在可接受的範圍。我們也可透過特殊的遮罩，以類似編碼的技巧來將畫面進行處理，然後使用特定的遮罩，類似解碼的方式將畫面還原，這樣的技術也可以用在秘密的保存方面，是屬於較為特殊的影像處理領域。

當一幅影像被格子點化處理後，可以用另一種觀點來看，那就是如何在最小的誤差下，另外使用幾百幅小張的影像來合成，而 database 小張的影像樣本一般有幾千張。整張影像可看做是幾百幅小張的影像所集合而成的平均灰階經過。

對每一輸入向量

$$A_k = \{a_{ik}\}, i = 1, 2, \dots, n, a_{ik} \in \{0, 1\} \quad (2)$$

存在一加權向量

$$W_k = \{w_{ik}\}, i = 1, 2, \dots, n \text{ 及閾值 } \theta_k \text{ 定義為:} \quad (3)$$

$$w_{ik} = 2a_{ik} - 1 \quad (4)$$

$$\theta_k = \sum_{i=1}^n a_{ik} w_{ik} = A_k^T W_k \quad (5)$$

$$\forall A_j \neq A_k, A_j^T W_k < A_k^T W_k \quad (6)$$

normalized 後之特定向量，這時，我們引進一神經元演算法，它的功能是當輸入一特定向量  $A_k$  時，能訓練出一加權向量 (weight vector)  $W_k$  及門閾值 (threshold value)  $\theta_k$ ，使得  $W_k$  及  $\theta_k$  關連住 (associate)  $A_k$ 。當輸入向量為  $A_j \neq A_k$  時，神經元門閾值  $\theta_k$  會抑制此神經元發火 (firing)。整個訓練過程是基於下述神經元訓練定理：

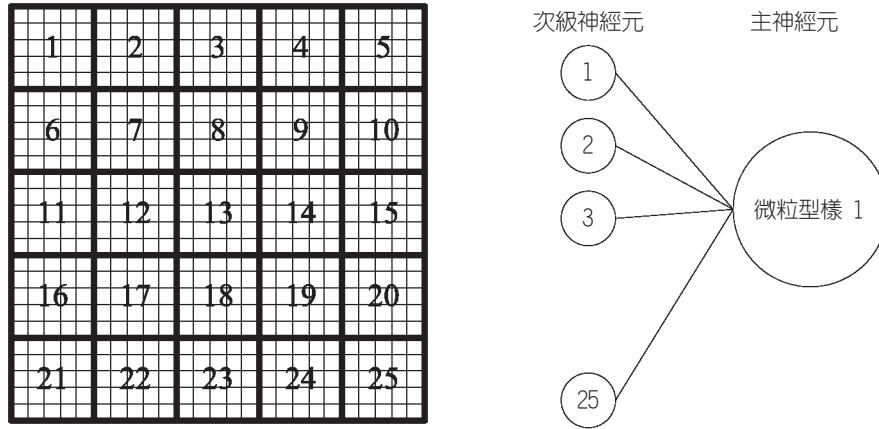


圖2. (a) 影像分割成25×25格子點影像圖的示意圖 (b) 神經元連接圖

**神經元訓練定理：**

證明此定理可用下面兩個例子說明：

(i)  $a_{ik}$  變化從0→1：  
 假設開始時  $a_{ik}=0$ ，則  $w_{ik}=-1 \Rightarrow a_{ik}w_{ik}=0$   
 當  $a_{ik}$  變化為1時  $\Rightarrow a_{ik}w_{ik}=-1$ 。此時， $a_{ik}$   
 變換的結果造成總和  $\sum_{i=1}^n a_{ik}w_{ik}$  減少1，小  
 於門閥值  $\theta_k$ ，所以神經元不發火。

(ii)  $a_{ik}$  變化從1→0：  
 假設開始時  $a_{ik}=1$ ，則  $w_{ik}=1 \Rightarrow a_{ik}w_{ik}=1$ 。  
 當  $a_{ik}$  變化為0時  $\Rightarrow a_{ik}w_{ik}=0$ 。此時， $a_{ik}$   
 變換的結果亦造成總和  $\sum_{i=1}^n a_{ik}w_{ik}$  減少1，  
 小於門閥值  $\theta_k$ ，所以神經元同樣不發火。

綜合以上兩個例子所述，可做一結論：

當一向量  $A_j$  與一訓練向量  $A_k$  相差 Hamming 距離為  $d$  時，則

$$A_j^T W_k < A_k^T W_k - d \tag{7}$$

其中 Hamming distance  $d(j,k) = \sum_{i=1}^n |a_{ij} - a_{ik}|$

最後，我們對一組  $k$  個向量進行訓練，演算法如下：

輸入：一組向量  $\{A_k\}$ ,  $k=1,2,\dots,n$

步驟1：輸入向量  $A_k = [a_{1k} a_{2k} \dots a_{nk}]$ ,  
 $a_{ik} \in \{0,1\}$

步驟2：訓練向量  $W_k = [w_{1k} w_{2k} \dots w_{nk}]$ ,  
 $w_{ik} \in \{-1,1\}$

步驟3：設定第  $k$  個神經元的門閥值

$$\theta_k = \sum_{i=1}^n a_{ik} w_{ik} = A_k^T W_k$$

步驟4：對於每一個  $A_k$ ,  $k=1,2,\dots,n$ ，重複  
 步驟1，直到訓練完所有向量。

輸出：一組訓練完成的神經元加權向量  
 $W_k$  及門閥值  $\theta_k$ ,  $k=1,2,\dots,n$

本神經網路架構是多層次的設計，  
 主要構造有高、低兩層。

**(a) 高層單元架構**

經過濾波、影像增強及邊緣偵測等  
 前處理過程，使影像成為一張具有 25×  
 25 格子點之影像圖。此張原始圖可被分  
 割成 25 個 5×5 的次單元，圖2為次單元  
 與主單元之間的相互關係。

所以，對每一個主尋求吻合神經元  
 來說，它包含有 25 個次級尋求吻合神經  
 元，代號分別是 1,2,3...25。這些次級尋  
 求吻合神經元的工作，就是負責記住訓  
 練樣本圖中相對應的格子點。

**(b) 低層單元架構**

現在開始詳細介紹次級神經元如何  
 作尋求吻合的工作。我們在次級神經元  
 下多安排了一層移位神經元，即使尋求

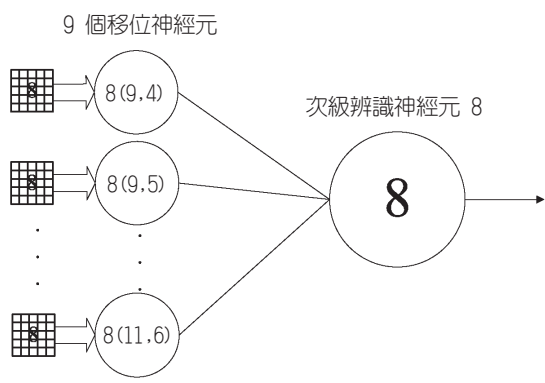


圖3. 次級尋求吻合神經元與移位神經元間的相互關係

吻合樣本與訓練樣本具有些微的雜訊或偏移，網路本身仍然可以做出正確的判斷。舉代號8這個次級尋求吻合神經元為例：它是主尋求吻合神經元下的一個次級單元，左上角的座標(x,y)為(10,5)，右下角的座標(x,y)為(14,9)，此處以左上角座標當作此次級單元的座標原點。在每一個次級單元下包含了9個移位神經元，也就是說次級單元的座標原點可在x軸及y軸上自由移位±1；換句話說，代號8之次級神經元的座標原點可以在(9,4)和(11,6)下自由移動。當這9個移位神經元中任何一個有正確的辨認結果，則次級神經元8激發成功（簡稱發火）。

圖3表示次級尋求吻合神經元與移位神經元間的相互關係，圖4則為整個網路的架構圖。

假設P代表尋求吻合之主神經元， $p_1, p_2, \dots, p_{25}$ 代表次級神經元，則  $P = \{p_1, p_2, \dots, p_{25}\}$ 。對每一個次級神經元 $p_i$ 而言，其下包含9個移位神經元，而每一個移位神經元都有  $p_i = p_{i1}, p_{i2}, \dots, p_{ik}$ ， $1 \leq i, k \leq 25$ ； $p_{ik} = \{0, 1\}$ ， $p_{ik}$ 代表單一格子點的灰階值。

對每一個向量  $p_i$ 而言，它的加權向量值  $w_i = [w_{i1}, w_{i2}, \dots, w_{i25}]$ ，神經元的門檻值為  $\theta_i$ ，計算方法如下：

$$w_{ik} = 2p_{ik} - 1 \tag{8}$$

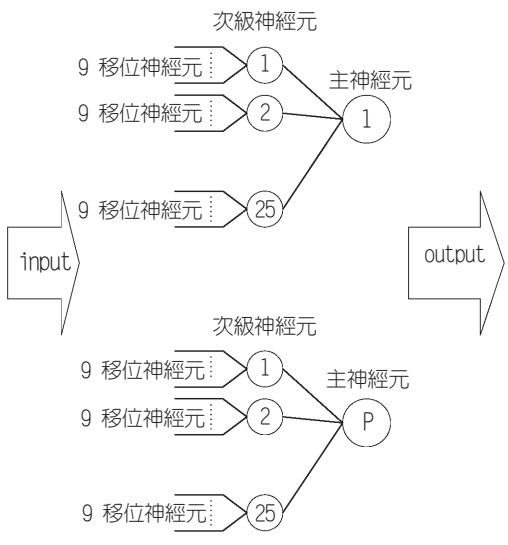


圖4. 整個尋求吻合網路的架構圖

$$\theta_i = \sum_{k=1}^{25} p_{ik} w_{ik} \tag{9}$$

在訓練的過程中，加權向量值記住了訓練樣本；當樣本輸入次級單元 $p_j \neq$ 訓練樣本 $p_i$ ，則門檻值  $\theta_i$ 會抑制神經元 $p_i$ ，使其不發火。數學意義如下：

$$\forall p_j \neq p_i, \mathbf{p}_j^T \mathbf{w}_i < \mathbf{p}_i^T \mathbf{w}_i \tag{10}$$

爲了增加雜訊的容忍度，門檻值  $\theta_i$ 可以有一個彈性範圍。根據經驗，我們通常取

$$\theta_i = \mathbf{p}_i^T \mathbf{w}_i - 2 \tag{11}$$

上面所介紹的神經網路最大的好處是：保證能在一次運算後找到最佳的次影像組合，在訓練過程及尋求吻合過程都是如此，所以電腦花在網路運算的時間非常短，這跟其他的類神經網路有極大的不同。

在識別動作上，第一層移位神經元若是偵測到與之相同的次單元，則第二層中，相對於此的神經元會被激發；假如一個主尋求吻合神經元的25個次單元都被激發，那麼就可以宣告幾百幅小張

軟硬體系統

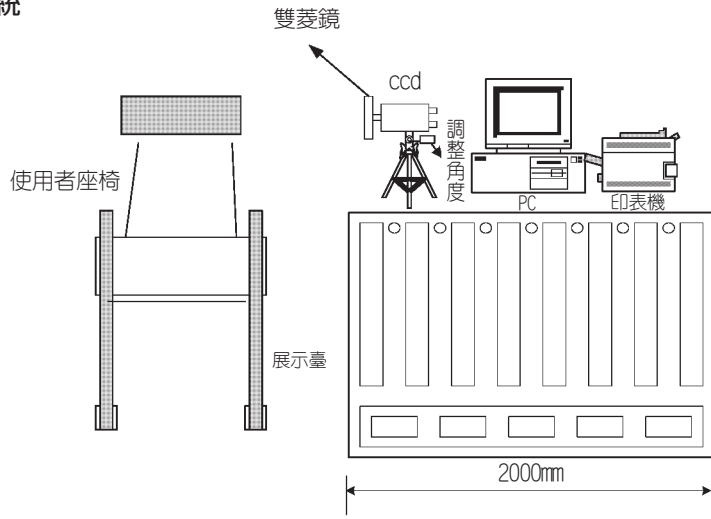


圖5. 科學實驗模型裝置

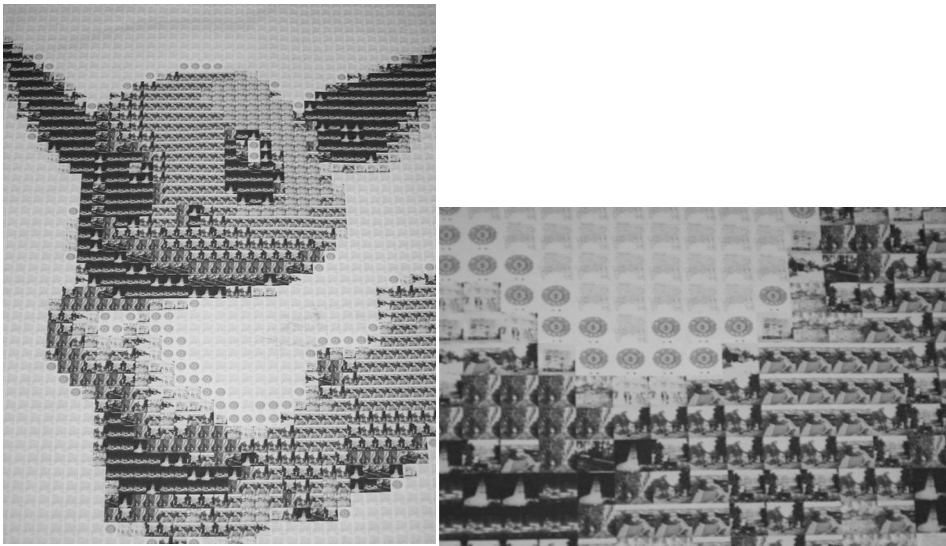


圖6. 利用圖形組成紀念照 (完整圖及局部圖)



圖7. 利用圖形組成紀念照之基底圖片

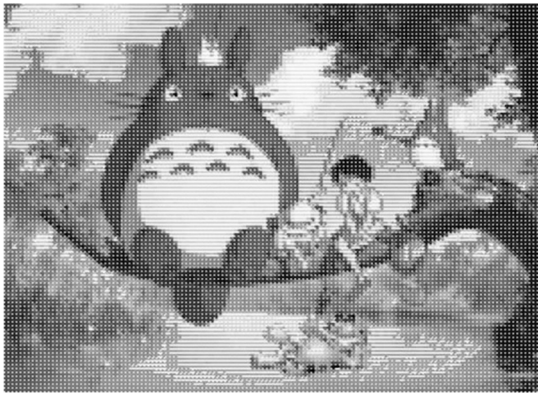


圖8. 利用「逢甲大學自動控制工程」十字組成「你可以再靠近一點」的紀念照（整體圖及局部圖）

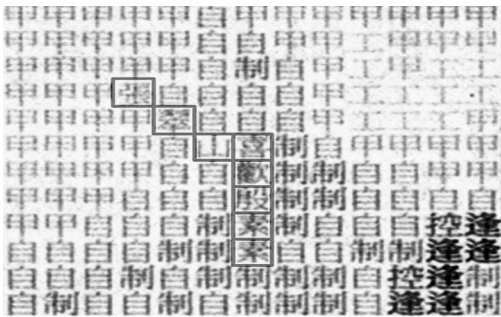


圖9. 隱藏在紀念照中的有意義句子「張翠山喜歡股素素」

的影像組合成功，表示主尋求吻合神經元中的記憶與樣本符合。在此處，同樣地我們也採用了彈性作法，將第三層發火的臨界值定在22或23個次單元，使系統具有雜訊容忍度。

### 軟硬體系統

本科學實驗模型裝置如圖5所示，此創意設計之功能如下：

一、本科學模型與軟體之操作介面採用圖形操作介面，利用電腦能不厭其煩的重覆展示的特性，進行光電與資訊實驗示範。

二、到目前為止，並沒有人試過讓

使用者之頭部只擷取一張原始影像後，再處理成「你可以再靠近一點」的科學實驗照之機器，本創作研發出新的方法以解決上述問題。

三、在涉及色彩的列印、顯示與隱藏的問題方面，必須利用假色 (Pseudocoloring)運算，一是利用假的彩色來取代灰度值，而造成影像中某處明顯醒目易觀察的結果，另外則是常見的利用256色來取代全彩的運算，此類運算大都牽涉到LUT（對照表），目前本創作已開發出各式各樣的假色運算技術，以符需求。

四、本系統非常適於臺灣本地樂曲舞蹈、美術雕刻、戲劇舞臺、宗教民俗、歷史、地理等社會人文活動之拍攝。

### 結論

本創意設計運用影像視覺解析度變化的技巧，開發出視覺化「你可以再靠近一點」之影像處理系統，並致力於「你可以再靠近一點」相片製作之簡化與改良。「你可以再靠近一點」照片，可應用於科博館科學模型，或置於科博館販賣部，讓參觀者可以拍攝屬於自己的

「你可以再靠近一點」紀念照。另外也可透過多樣形式的圖畫卡片，隨時引起參觀者之興趣及留下深刻印象。特別是以卡片生動活潑的展示圖像，觀眾會發現很多東西是某種顏色、某種形狀所合成的特殊效果，進而吸引大家的目光。

本創意設計成品能夠按照需求，以下列方式呈現：一、以特殊主題之形式提供各展覽會場。二、提供科博館科學展示模型之應用。三、置於科博館販賣部，讓參觀者可以拍攝屬於自己的「你可以再靠近一點」紀念照。四、應用於書本插圖或卡片，運用彩色合成和分解的技巧，在圖卡上最奇妙的地方，出現最奇妙的人物或圖案。

## 誌謝

本論文經費來源由國科會計畫NSC 94-2515-S-035-002 所提供，特此致謝。

## 參考文獻

- 林宸生 1999a 東西斷裂它先知：雷射投影光點實驗。科技博物，3(4): 112~119。
- 1999b 「一種可同時操做光學應變規及雷射投影光斑之引導式科學實驗裝置」中華民國新型專利，公告編號：351452號，證書編號：143728號。
- 2001 「拍攝疊紋紀念照之引導式科學模型裝置」中華民國新型專利，公告編號：430067號。
- 林宸生、柯文卿 1999 「光學實驗用之影像處理系統」中華民國發明專利，公告編號：372271號。
- Kawai, Takashi. 2002. 3D Displays and Applications. *Displays*, 23(1~2): 49~56.

Kim, Man-Bae, Nam, Jeho, Baek, Woonhak, Son, Jungwha & Hong, Jinwoo. 2003. The Adaptation of 3D Stereoscopic Video in MPEG-21 DIA. *Signal Processing: Image Communication*, 18(8): 685~697.

Kim, Seung-Cheol & Kim, Eun-Soo. 2005. A New Liquid Crystal Display-based Polarized Stereoscopic Projection Method with Improved Light Efficiency. *Optics Communications*, 249(1~3): 51~63.

Lin, Chern-Sheng, Lay, Yun-Long, Ho, Chien-Wa, Lin, Albert Chin-Yuh & Chang, Nin-Chun. 2005. A Novel Experimental Device with Modified Laser Shadow Spot and Optical Strain Gauge Set-up. *Measurement*, 37(1): 9~19.

收稿日期：94年10月3日；接受日期：95年1月16日

## 作者簡介

本文作者現任逢甲大學自動控制系教授。

## Design of Large-Scale Images in Exhibitions

Chern-Sheng Lin\*

### Abstract

Digital imaging and multimedia technology from the optoelectronic and information science fields are combined to invite people to engage in the scientific model in a relaxed and interesting way. The purpose of this study is to embed multiple color images into one color image using neural network technology and color harmony. The neural network system uses a hierarchical pattern detection scheme or system, which includes both low- and top-level pattern detection systems. The low-level system is responsible for and capable of detecting sub-patterns, while the top-level system detects patterns and outlines and identifies the classes to which the patterns belong.

Binary images were obtained from the originals, and from the binary images pixelated images were obtained. We developed a new method to process experimental data and evaluated the effect of signal to noise ratio in PC-based digital signal processing system. This novel device can be operated automatically and economically in a partipicle display of the scientific model. Furthermore, concealed information can be inserted, and sound and other effects used to attract the attention of visitors.

Keywords: scientific model, neural network system, top-level pattern detection system, concealed information

\* Professor, Department of Automatic Control Engineering, Feng Chia University