

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

智慧型影像處理於橋樑維護與檢驗技術之研究

Analysis of the intelligent system of image processing to maintain and inspect techniques of bridges

計畫編號：NSC89-2211-E-009-068-

執行期限：89年08月01日至90年07月31日

主持人：黃世昌 交通大學土木工程系 副教授

共同主持人：張陸滿 普渡大學土木工程系 客座副教授

計畫參與人員：彭國瑞 交通大學土木工程系 碩士班研究生

一、口之摘要

近年來，由於電腦技術的發展讓影像處理技術具有實用性，而不需花費昂貴成本，也因為電腦處理器運算能力的不斷提高，讓我們可以利用影像處理裝置與相關影像處理技術與軟體，將複雜的影像加以分析。而本研究在探討一種智慧型判斷模式，其結合影像處理與類神經網路，對於鋼構橋樑表面塗裝鏽蝕狀況進行辨認與量測，在系統中利用一些案例來訓練類神經網路，使其具有人類的經驗，故此系統與現行商業影像處理系統的主要差異在於其運用類神經網路，具有自我學習能力，並且具有容錯性。在本文中首先對於鋼構橋樑塗裝系統與鏽蝕機制加以介紹，並對於研究中相關運用之影像處理技術與方法予以說明，再者探討類神經網路各個網路架構與演算法，在研究中利用案例學習以建構網路架構並進行案例測試，最後就測試結果加以探討。

關鍵詞：影像處理、類神經網路、橋樑塗裝

Abstract

Intelligent computerized system can simulate human expertise as well as analyze and process vast amounts of data instantaneously. This report presents a hybrid intelligent computerized system for bridge

surface quality assessment. This system can be assessed to identify and measure the steel bridge coating conditions and defects through computers to analyze image of the areas. Moreover, neural network are used to train the system to automate the image processing and replicate the experts' knowledge in identifying the defects. The major difference between the proposed system and the existing commercial image processors is that the model has the intelligent ability to self-learn through neural networks and makes the decision of accepting or rejecting the assessed quality with pre-known risks. Finally those cases are successful to apply image processing and neural network techniques for bridges surface quality assessment to make the process objective, quantitative, consistent, and reliable.

Keywords : image processing, neural network, steel bridge coating

二、緣由與目的

在美國約有百分之四十五的橋樑即約五十萬座橋樑品質有缺陷，並導致每年花費約九百億美金維護費用，但是在執行成效上卻十分緩慢。其原因在於大部分的評估方式採用人工視覺的評估方式[1][2]，不但費時且主觀，並造成工程管理的障礙[3]。故本研究意圖建立一種智慧型橋樑表面塗裝評估判斷模式，運用於塗裝品質難以評估公路橋樑的狀況，提供一個客觀

並量化的分析，並幫助改善判斷過程之後評估作業。

三、研究範圍與步驟

本研究相關模式與步驟參考 Abdelrazig與Chang[3]，並期望建立出一種適合於台灣本土鉗樑橋樑的智慧型判斷模式，可運用影像處理與類神經網路，針對橋樑塗裝的鏽蝕部分進行辨認與量測。此一模式的基本觀念是去獲取一面積的數位影像加以進行評估與分析，就該影像塗裝鏽蝕部分加以辨認與量測。而類神經網路是利於案例庫加以學習建立其網路模式，並且可以來模仿專家的經驗。故本研究可分類成下列步驟：

- 1.狀況檢視：蒐集現行使用的相關塗裝規範之獻，如表一，以便了解現行油漆評估方式[4][5]。並了解現行橋樑狀況評估的情形，並就現況的缺失能加以探索。
- 2.文獻回顧：蒐集關於鉗樑橋樑塗層與電腦影像處理之相關研究成果報告，並參考相關類神經網路之獻，尤其是類神經網路於影像處理運用之研究成果與之獻。
- 3.設備購置與系統測試：確認所需設備加以購置如數位相機、數位攝影機、電腦軟硬體等設備並執行系統安裝與測試，測試所購買設備能夠執行系統，並且驗證理論架構與設備完善。
- 4.資料獲取：對於橋樑油漆塗裝工程實例，能加以擷取所需的資料，而這一些所需的數位影像資料亦能從一些橋樑評估案例中獲取，如圖一。
- 5.分析與系統完成：收集的影像資料經由系統處理並建立一資料庫，供類神經網路的訓練及測試，以建立一塗層缺陷判斷及量化之分析模型。
- 6.研究成果分析與撰寫：彙整本研究系統分析之成果與相關理論及結論撰寫成文。

四、研究方法與成果

1.研究方法：

本研究所建立之智慧型系統係運用電腦分析數位影像，克服人類視覺估時，所

造成評估的主觀跟不一致性的問題。而不只於人類視覺，電腦能夠辨識數百萬種顏色與不只色階，如灰階影像即有256個色階，經由從影像每一個像素(pixel)所獲取影像的參數跟特性，系統能夠判定人眼所無法辨認出的缺陷圖形及準確量測缺陷的範圍。然而，人類的經驗才會加入系統中，利用一些案例來訓練類神經網路，使其能夠自動的去做辨識的工作，而此一系統與現行商業影像處理系統的主要差異在於此一模式運用類神經網路，使其具有自我學習能力，並且在預知的風險條件下，能夠判定品質評估是否可以接受，使鉗樑橋樑的塗層品質能夠維持更好，進而可延長鉗橋的使用壽命並且增加公共的安全，其系統架構圖，如圖二。

2.測試案例與成果比較：

經過實驗一、二網路訓練後，共產生八組網路架構，研究中利用40組測試案例[6]，分別對實驗一、二中訓練完成之網路加以測試，可得最佳測試結果，其網路架構則為本研究所採用，下列為各網路測試結果：實驗一部份：

1.實驗1-1測試結果：

實驗預測閾值 $R^2=0.3329$ ，目標輸出閾值 $R^2=0.4208$ 。（ R^2 決定係數，該值範圍為0到1，其表示趨勢線的估計值與對應到的實際資料之間的擬合程度。）

2.實驗1-2測試結果：

實驗預測閾值 $R^2=0.2899$ ，目標輸出閾值 $R^2=0.4208$ 。

3.實驗1-3測試結果：

實驗預測閾值 $R^2=0.1416$ ，目標輸出閾值 $R^2=0.4208$ 。

4.實驗1-4測試結果：

實驗預測閾值 $R^2=0.2727$ ，目標輸出閾值 $R^2=0.4208$ 。

實驗二部份：

1.實驗2-1測試結果：

實驗預測閾值 $R^2=0.3694$ ，目標輸出閾值 $R^2=0.4208$ 。

2.實驗2-2測試結果：

實驗預測閾值 $R^2=0.3058$ ，目標輸出閾值 $R^2=0.4208$ 。

3.實驗2-3測試結果：

實驗預測閾值 $R^2=0.4590$ ，目標輸出閾值 $R^2=0.4208$ 。

4.實驗2-4測試結果：

實驗預測閾值 $R^2=0.3893$ ，目標輸出閾值 $R^2=0.4208$ 。

最後，就各維路架構測試結果加以比較，可知實驗2-3 實驗預測閾值 $R^2=0.4590$ 與目標輸出閾值 $R^2=0.4208$ 最為接近，故選定實驗2-3之維路架構（隱藏層節點數為15個節點）為系統之維路架構。最後就實驗2-3所預測閾值結果，運用 Inspector 3.1 影像處理軟體對測試影像做二值化處理，求取影像鏽蝕面積比與目標鏽蝕面積比做比較，結果如圖三預測鏽蝕面積比與目標鏽蝕面積比值圖與圖四面積比值差，由結果發現案例中，若鏽蝕面積比大於10%時，所預測之鏽蝕面積比會發生相當之誤差，而在實務上當鏽蝕面積比大於10%之情形，其在判斷認定上都相當明確而沒有爭議，大多數之爭議點在於小鏽蝕面積比之認定，故修正訓練案例將小鏽蝕面積比之案例加以剔除，可得圖五修正之預測鏽蝕面積比與目標鏽蝕面積比值圖，其預測鏽蝕面積比之 $R^2=0.3283$ ，目標鏽蝕面積比之 $R^2=0.3470$ ，可知其預測擬合程度相當良好，俾能達到準確預測之成果。

五、結論與建議

1. 綜合而言，影像處理系統能夠從靜止的表而判別出缺陷，並且產生一量化且可靠的即時反應結果。而本研究結合影像處理與類神經網路建立一智慧型橋樑塗裝鏽蝕評估系統，運用圖形識別與影像處理來模擬人類視覺知識對塗層加以評估，產生具有客觀且能容錯及自我學習的特性。
2. 根據類神經網路預測所得之閾值，在測試影像做二值化處理時，對於小鏽蝕面積比之影像，會因為些微閾值的變動，即造成鏽蝕面積比的大幅變化，而造成過

預測誤差，應予以避免。

3. 數位影像獲取的光線條件及影像擷取距離會對系統分析造成影響，尤其是光線因素造成之影像明暗不均，會造成鏽蝕面積比之分析預測上極大的誤差與不可靠性，仍有賴後續研究加以探討。
4. 類神經網路其訓練案例越多，則其預測精度越佳，但是所花費之訓練時間與成本才越高，但是如果運用平行運算技術於類神經網路之運算處理上，則可大幅節省所需之時間。

六、參考文獻

- [1] Hunt V., Helmicki A. and Aktan E., 「Instrumented monitoring and nondestructive evaluation of highway bridges」, Infrastructure Condition Assessment: Art Science and Practice. Proceedings of the conference sponsored by the Facilities Management Committee of the Urban Transportation Division of the American Society of Civil Engineers, P121~P130 1997.
- [2] 「Steel Structures Painting Manual Good Painting Practice」, Steel Structures Painting Council. 1, P280~P291, P490~P519 1989.
- [3] Yassir A. Abdelrazig And Luh-Maan Chang, 「Intelligent Model For Constructed Facilities Surface Assessment」, Journal Of Construction Engineering And Management, Vol. 126 No. 6, P422~P432 2000.
- [4] 廖肇昌，台灣營建研究院，「國外橋樑防蝕規範之探討」，橋樑腐蝕防治研討會論文集，1999。
- [5] 王和源，「橋樑安全與管理」，國立高雄應用科技大學土木工程系，八十九會計年度大學校院「土木工程防災」教育改進計畫教材，2000。
- [6] 葉怡成，「類神經網路模式應用與實作」，儒林圖書有限公司，台北，1993。

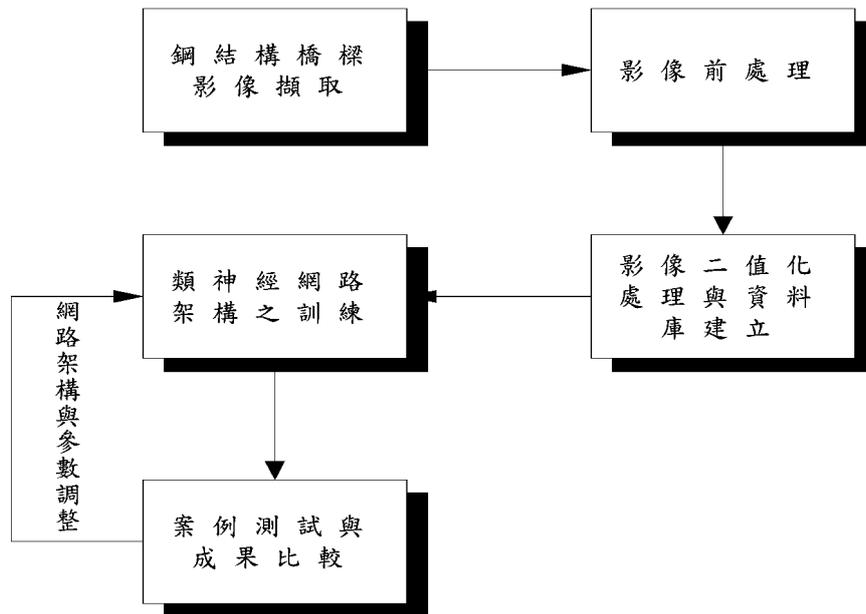
二、圖表

表一 ASTM Corrosion Performance Rating

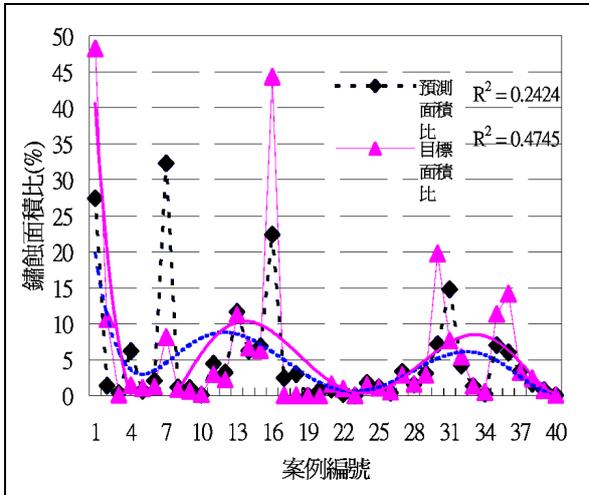
Corrosion Rating	Assessment Description	Areas to be Repainted (%)
10	No rust or less than 0.01% rust	0
9	Less than 0.03% rust	0
8	Few isolated spots, less than 0.1% rust	0
7	Less than 0.3% rust	0
6	Extensive rust spots, less than 1% rust	8
5	Less than 3% rust	18
4	Less than 10% rust	40
3	Approximately 1/6 of surface rusted	60
2	Approximately 1/3 of surface rusted	100
1	Approximately 1/2 of surface rusted	100
0	Approximately 100% of surface rusted	100



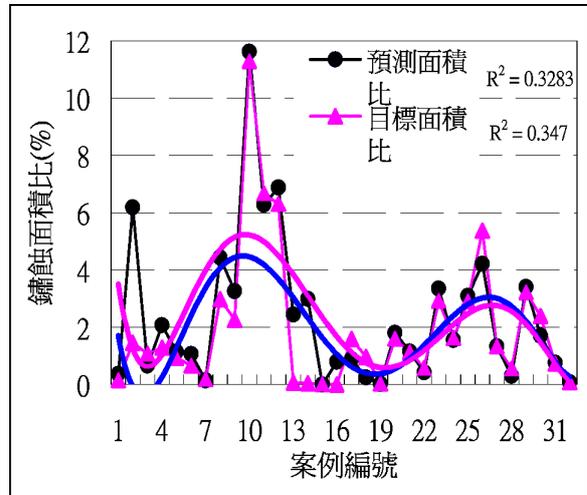
圖一 橋樑塗裝鏽蝕影像照片



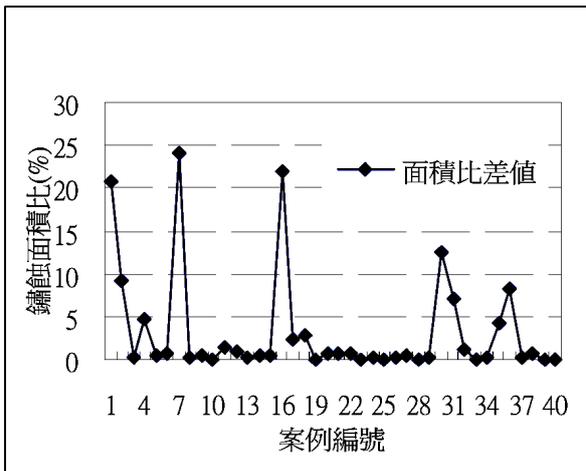
圖二 系統架構圖



圖三 預測鏽蝕面積與目標鏽蝕面積比值圖



圖五 修正預測鏽蝕與目標鏽蝕面積比值圖



圖四 面積比差值