

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

以自助式建構法建立教學用之圖像素材庫

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC94-2520-S-032-005-

執行期間：94年08月01日至95年07月31日

執行單位：淡江大學資訊工程學系

計畫主持人：郭經華

計畫參與人員：簡靖維、呂敏源、彭家俊、莊貝松、楊道祥、林政錦、陳一帆、
柳佳儀

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 95 年 10 月 14 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 成果報告
 期中進度報告

以自助式建構法建立教學用之圖像素材庫

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC94-2520-S-032-005-

執行期間：94年8月1日至95年7月31日

計畫主持人：郭經華

共同主持人：無

計畫參與人員：簡靖維、呂敏源、彭家俊、莊貝松、楊道祥、林政錦、陳一帆、柳佳儀

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：淡江大學

中 華 民 國 九 十 五 年 十 月 十 四 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

計畫編號：NSC94-2520-S-032-005-

執行期間：94 年 8 月 1 日至 95 年 7 月 31 日

計畫主持人：郭經華

共同主持人：無

計畫參與人員：簡靖維、呂敏源、彭家俊、莊貝松、楊道祥、林政錦、陳一帆、柳佳儀

一、 中文摘要

本計畫的目標在協助使用者於建立網路教學圖像素材庫時，能夠自動的建立圖像分類、收集圖像分類關鍵字以及圖像資料歸類。在此計畫案中，我們將研究重心集中在收及圖像分類的自助式建構法之設計，以及採用特徵鑑別公制提高圖像分類的準確率，並將上述技術應用於淡江大學校園素材庫。該素材庫除了做為淡江大學圖像素材分享的平台外，透過本計劃中所研發之技術，該平台可協助依使用者需求收集網路上的圖像資料，並將資料分類於適當的類別當中。目前，本計畫所得成果已有 2 篇論文發表於國內外學術研討會，並指導一位學生完成相關議題之碩士論文。

關鍵詞：圖像檢索系統、圖像加註延伸、自助式建構法、特徵鑑別公制

ABSTRACT

In this project, we have designed a database that can automatically classify images; for the purpose of sorting through a large number of images more conveniently and thus save manpower and resources. This database is

characterized by high level features to image classifying. Its features include: extending a keyword through bootstrapping construction. Whereas common ways of extending a keyword deal with its definition, bootstrapping construction allows expansion through associative extension. This type of keyword expansion mechanism is capable of classifying images in ways that WordNet cannot. Aside from using bootstrapping construction to expand keywords and to classify images, we have also added a discriminative feature metric to increase the precision and recall rates of image classifying to our standards. Through the use of bootstrapping construction, the user could greatly increase the precision and accuracy of grouping images while constructing the image database.

Keywords: Semantic image indexing and retrieval, Keyword expansion, Bootstrapping construction, Discriminative Feature Metric, e-Learning.

二、緣由與目的

圖像素材在教學的應用上，是輔助學習者建構知識不可或缺的工具。由網路上遍佈著為數眾多的圖像資料，而如何能將這些大量的圖像資源整理分類，進而有效的利用，成爲了圖像素材庫之建立研究的一大重心。使用人力去建立圖像素材庫，其圖像的分類準確度，勢必可以達到相當高的正確性，但是這個高正確性卻是由相當不符合效益的人力物力去交換的。因此，爲了能夠在建置圖像素材庫時，幫助使用者有效率的建立圖像以及分類，我們採用「自助式建構法(Bootstrapping)[3][11][12][13]」，首先將欲產生的分類，針對其意義手工建立少量的關鍵字，利用這些關鍵字當作查詢，在網頁中進行關鍵字擷取，擷取出的新關鍵字可作爲下一次查詢的關鍵字集合。透過這樣的反覆工作，進而產生圖像類別的關鍵字集合，以利後續進行圖像分類工作。爲了提高圖像素材分類的準確率，我們使用特徵鑑別公制(Discriminative Feature Metric)[4]進行圖像素材分類。最後，我們將此技術運用在淡江大學的校園素材庫，使用者可利用上述機制收集圖像素材，並將這些圖像資料歸屬到適當分類，以利師生作爲教學用途。

三、討論與結果

圖像素材的來源有兩種，一爲從網路上面擷取網頁時一併取得，另一方式則是透過使用者上傳。由於我們希望能夠針對各學門類別建立完整的關鍵字集合，因此需要大量的參考資料，做爲分類的依據，因此我們著重於利用抓取回來的網頁來建立類別關鍵字集的完整性。在此，我們將介紹自助式建構圖像分類系統的基本架構，並詳細說明各個子系統之運作流程。

■ 圖像類別建構子系統

圖像類別建構子系統，主要分爲兩大部分，類別資料庫與自助式建構法關鍵字延伸系統：

1. *類別資料庫*：存放類別名稱與手工建立的類別起始關鍵字。
2. *自助法關鍵字延伸系統*：進行自動化類別關鍵字建構作業。

將手工建立的起始關鍵字當作的起始關鍵字，再利用詞彙頻率和反向文件頻率(term frequency and invert document frequency, TFIDF)[11]的概念，將資料庫中 30 萬筆網頁資料過濾出關鍵字，並與起始關鍵字有交集的網頁當作是相關網頁，最後再將相關網頁裡面出現率最高的關鍵字取出當作下回合的起始關鍵字。重複以上的步驟，直到找到的關鍵字集合不再改變，或是關鍵字數量達到某一上限爲止。

自助式建構法對於關鍵字延伸的特點在於使用聯想式的方法做關鍵字延伸。假設有一張棒球的圖片，圖片的關鍵字是與棒球有關的字眼，這麼一來，僅使用 WordNet 延伸的關鍵字是無法找到這張圖片；相對的，自助式建構法是使用聯想式關鍵字延伸，所以沒有這樣的問題。如以下例子所示：

sport (by WordNet)

⇒ *play*、*game*、*contest*

sport (by 自助式建構法)

⇒ *basketball*、*baseball*、*soccer*

■ 圖像初步分類子系統

此子系統的目的，是計算圖像與類別的相似度，依照計算的結果再將圖像做初步的分類。此子系統的首要目的在於提高分類圖像的回收率。分類的方法是計算圖像加註字與類別關鍵字的相似度，所使用的特徵比對

方法是利用三角函數的餘弦定理取得兩特徵向量的夾角，利用夾角的大小來判斷兩特徵向量的相似程度，當圖像特徵與類別特徵算出來的相似度大於一門檻值的話，即可把此張圖像歸類於此類別。因此，一張圖像經過在初步分類的過程之後，會出現同時屬於兩個以上的類別的可能。

■ 圖像訓練子系統

利用關鍵字延伸之後所做出來的圖片分類，會呈現一個高回收率，但是準確率有待加強的圖像分類情形。在能保有每個類別的圖像回收率的情況下，去提高每個類別的圖像準確率，則是圖像訓練子系統的首要目標。

圖像訓練的方法，主要是分為兩大步，第一是運用特徵鑑別公制的概念對所有出現過的關鍵字做分類，之後再利用投票機制，對圖像做分類。

特徵鑑別公制的概念，是利用以下三個公式達到的：

$$\begin{aligned} \text{DFM}(f_i) &= \log \frac{g_{in}(f_i)}{g_{out}(f_i)} \\ g_{in}(f_i) &= \max(g(f_i, c_1), g(f_i, c_2), \dots, g(f_i, c_k)) \\ g_{out}(f_i) &= \sum_j g(f_i, c_j) - g_{in}(f_i) / k - 1 \end{aligned}$$

公式二中的 f_i 表示的就是在這一回合中，我們所要分類的特徵，其中 $g_{in}(f_i)$ 表示特徵 f_i 在每個類別中出現頻率最高的次數，而相反的， $g_{out}(f_i)$ 表示特徵 f_i 在其他類別出現次數的平均值，而 $\text{DFM}(f_i)$ 則表示特徵 f_i 本身與特徵 f_i 出現頻率最高的那個類別的相關性多少。

藉由上述公式，我們可以得到特徵所屬的類別，以及特徵與所屬類別的關連性高低。接下來，就要利用這兩個已知的訊息，來決定資料分類所屬的類別。首先，我們設定一個門檻值(Threshold)，用來過濾掉過低

於門檻的 $\text{DFM}(f_i)$ 值，確保特徵與類別有一定程度以上的相關性。接下來利用投票機制來決定每筆資料所屬的類別，即每個出現過的特徵皆有相同的權重，依照資料中特徵所屬於的類別的傾向，來決定資料分類的類別。

將所有資料分類完成之後，會得到一個新的分類結果，因此所有特徵所隸屬的類別與 $\text{DFM}(f_i)$ 值也會跟著變更，因而新的分類結果就會產生。此子系統會一直執行同樣的程序，直到分類的結果不再變更，表示特徵訓練公式的程序到此告一段落。

■ 建置數位校園圖像素材庫

目前，我們將此技術運用於「淡江大學校園素材庫」。基於本系統已建立好的基礎，如關鍵字延伸、個人化管理等，我們利用計畫中所描述的技術，加強系統在圖像類別的建置功能。使用者建立好圖像的類別以及少量的關鍵字後，將使用者需求提交給素材庫系統。系統在固定的時間區間內會收集使用者的需求，並依據需求開始進行圖像分類關鍵字以及圖像素材的收集。透過這樣的機制，大大的減少使用者在建立圖像類別所花費的時間，並且可獲得大量符合需求的圖像素材，作為教學上之使用。

四、計畫成果自評

本計畫之執行，成果十分豐碩，除感謝國科會持續的贊助外，亦是本實驗室（淡江電腦與網路實驗室）師生努力的成果。本計畫中所研發之技術，除了上述的應用外，對圖像圖像檢索以及自動化建置圖像分類亦有實質貢獻，所得成果已發表於國內外研討會中發表 2 篇論文 [14][15]。此外，以這個研究的主題及方針我們亦指導完成一篇碩士論文[16]。我們將以目前已完成之系統功能為基

礎，持續研究與開發以高回收率與準確率的自動建立圖像分類技術。在圖像檢索系統的建置上，使用者群組管理、個人化，中英文檢索、加註，搜尋、以及關鍵字延伸等功能均建置完成。加強圖像分類的建立是我們執行本計劃的主要目標，希望能藉助上述功能，讓此系統更能有效的利用於教育學習、與素材庫的彙整。圖像檢索系統發展至今，成果豐碩，在系統建置的過程中，整體研究人員實獲益良多，相信此系統能對教育與學習之成效貢獻甚大。更希望國科會可繼續贊助我們在這一方面的研究。

五、 論文清單

1. Baeza-Yates, R., Ribeiro-Neto, B., "Modern Information Retrieval," Addison Wesley Longman, Inc, May 1999.
2. Iqbal, Q., Aggarwal, J.K., "CIRES: A System for Content-Based Retrieval in Digital Image Libraries," In *Proceedings of International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision*, pp. 205-210, Singapore, Dec. 2002.
3. Thelen, M., Riloff, E., "A Bootstrapping Method for Learning Semantic Lexicons Using Extraction Pattern Contexts," In *Proceedings of the Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*, 2002.
4. Liu, X., Gong, Y.H., Xu, W., and Zhu, S.H., "Document clustering with cluster refinement and model selection capabilities," In *Proceedings of ACM SIGIR 2002*, Tampere, Finland, Aug. 2002.
5. Lan, Y.H., Building Semantic Indexing for Images Retrieval Systems, Master's Degrees in Science and Engineering, 2004.
6. Manning, C., Schütze, H., Foundations of Statistical Natural Language Processing, 3rd ed, pp267-307, 2000.
7. Yu, C., Ooi, B.C., Tan, K.L., and Jagadish, H.V., "Indexing the Distance: An Efficient Method to KNN Processing," VLDB, 2001.
8. Yan, J., Wenyin, L., Zhang, H.J., Zhang, Y.T., "Thesaurus-aided Approach for Image Browsing and Retrieval", International Conference on Multimedia and Expo(ICME2001), Japan, 2001.
9. Kim, K. I., Jung, K.C, Park, S.H., and Kim, H.J., "Support vector machines for texture classification," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 24, pp.1542-1550,2002.
10. Manning, C., Schütze, H., Foundations of Statistical Natural Language Processing, 3rd ed, pp539-543, 2000.
11. Feng, H.M., Chua, T.S., "A Bootstrapping Approach to Annotating Large Image Collection," *ACM SIGMM International Workshop on Multimedia Information Retrieval*. pp55-62, 2003
12. Blum, A., Mitchell, T., "Combined Labeled Data and Unlabeled Data with Co-Training," In *Proceedings of the 11th Annual Conference on Computational Learning Theory*, 1998
13. Adami, G., Avsani, P., and Sona, D., "Bootstrapping for Hierarchical Document Classification," In *Proceedings of the twelfth international conference on Information and knowledge management*, pp295-302, 2003.
14. Kuo, C.H., Tsao, N.L., Chen, Y.F., Lin, Y.L., "The Design of Images Database by Using Bootstrapping," will be published at International Computer Symposium, 2006.
15. 林昀龍、郭經華，"採用自助式建構法建立分類的圖像資料檢索系統輔助情境式教學"，GCCCE2006, 95年6月。
16. 陳一帆，"運用自助式建構法建立教學用素材庫之設計"，*The Design of Images Database by Using Bootstrapping*, 95年6月，碩士論文