

臺北縣政府 98 年度自行研究報告

以混和分析法於高光譜影像中地物分類之研究

研究機關：臺北縣新店地政事務所

研究人員：高文斌、張喬博

研究期程：98 年 1 月 1 日至 98 年 10 月 31 日

臺北縣新店地政事務所 98 年度自行研究計畫表

填表人：高文斌

填表日期：98/1/10

連絡電話：29172969-210

計畫名稱	以混和分析法於高光譜影像中地物分類之研究		
研究機關及人員	新店地政事務所	期程	自 98 年 1 月 1 日
	測量課：高文斌		至 98 年 10 月 31 日
目的	<p>隨著遙測儀器的演進與發展，遙測影像不論是在空間解析度、光譜解析度或是輻射解析度上都有很大的改進，其中從1980年代開始發展的成像光譜儀使得遙測影像具有更豐富且細緻的光譜資訊，稱為高光譜影像，可以有效提升地物辨識的能力。</p> <p>高光譜遙測影像技術業已成為遙測影像中一個新興且重要的研究領域。本文提出一個適用於高光譜遙測影像分類的演算法，經由實驗驗證並與其他分類方法做比較，評比是否能夠有效提升影像分類之精度。</p>		
方法	<p>在遙測影像的資料中常見亦存在著混合像元的情況，這是由於資料之空間解析度的限制及地面物質具有異質性造成；亦即當像元內所含的覆蓋超過一種類別時即產生混合光譜的現象。</p> <p>本研究將探討以(1)不同特徵萃取方式之最大似然分類法(2)經MNF轉換後之影像分別利用不同光譜混合分析方法(3)影像中直接選取各類別樣本或使用各類別之純像元，進行光譜混合分析。將各種不同方式所得之分類結果進行精度評估與比較分析，並就實驗之結果彙整總結。</p>		
經費			
備註	本研究與國立宜蘭大學土木工程研究所碩士生張喬博共同研究，聯合發表文章。		

臺北縣政府 98 年度自行研究成果摘要表

計畫名稱	以混和分析法於高光譜影像中地物分類之研究
期程	98 年 1 月 1 日至 98 年 10 月 31 日
經費	
緣起與目的	<p>隨著遙測儀器的演進與發展，遙測影像不論是在空間解析度、光譜解析度或是輻射解析度上都有很大的改進，其中從1980年代開始發展的成像光譜儀使得遙測影像具有更豐富且細緻的光譜資訊，稱為高光譜影像，可以有效提升地物辨識的能力。</p> <p>高光譜遙測影像技術業已成為遙測影像中一個新興且重要的研究領域。本文提出一個適用於高光譜遙測影像分類的演算法，經由實驗驗證並與其他分類方法做比較，評比是否能夠有效提升影像分類之精度。</p>
方法與過程	<p>為提高辨識率且增進運算效率，本研究前處理部分，將首先剔除受到大氣干擾之波段，再分別以 MNF 與 PCA 法萃取影像特徵；後處理部分則分別以 Support Vector Machine(SVM)、SOM、Fisher-LDA、Spectral Angle Mapper(SAM)、KNN 與 Fuzzy ARTMAP 等分類法，對於實驗區之地表物作分類。分類成果將透過地真資料檢核其精度，以選取較佳之分類組合。</p>
研究發現及建議	<p>在本次研究中發現屬於非線性分類法的 SVM 法，配合屬於線性的特徵萃取法(MNF)獲得了最佳的分類精度成果，未來研究可朝向非線性特徵萃取法配合非線性分類發展。</p>
備註	

目錄

第一章	摘要	1
第二章	前言	2
第三章	文獻回顧	2
3.1	影像前處理	2
3.2	影像分類器	3
3.2.1	Fuzzy-ArtMap	3
3.2.2	SOM	3
3.2.3	Support Vector Machine ,SVM	3
3.2.4	k-nearest neighbors algorithm ,k-NN	3
3.2.5	線性判別分析法(Fisher-Linear Discriminant Analysis ,LDA)	3
3.2.6	光譜角匹配法(Spectral Angle Mapper, SAM)	3
第四章	實驗架構與實驗步驟	4
4.1	實驗流程	4
4.2	實驗步驟	5
4.2.1	影像前處理	6
4.2.2	影像後處理	6
4.2.3	地真檢核成果	6
第五章	結果與討論	7
第六章	結論與建議	7
參考文獻		8

以混和分析法於高光譜影像中地物分類之研究

高文斌¹

張喬博²

第一章 摘要

透過遙感探測技術與方法能夠在短時間內獲得大區域之地表資訊，且遙測具有多光譜、空間性、多時性、數位化等特性，因此被廣泛運用於地表物監測及土地使用資訊。透過高光譜影像所提供的高維度光譜資訊，可能對於地表物的辨識率較一般傳統多光譜影像將能有顯著提升；唯其資訊過於龐雜且雜訊影響將干擾判釋成功率。為提高辨識率且增進運算效率，本研究前處理部分，將首先剔除大氣干擾之敏感波段，再分別以 MNF 與 PCA 法萃取影像特徵；後處理部分則分別以 Support Vector Machine(SVM)、SOM、Fisher-LDA、Spectral Angle Mapper(SAM)、KNN 與 Fuzzy ARTMAP 等分類法，對於實驗區之地表物作分類。分類成果將透過地真資料檢核其精度，以選取較佳之分類組合。

¹新店地政事務所測量課技士,國立宜蘭大學土木所空間資訊組碩士生

²國立宜蘭大學土木所空間資訊組 碩士生

第二章 前言

高光譜影像較傳統影像內含更多資料訊息，但於監督式分類時因光譜數量較傳統影像龐大，所產生的嚴重 Hughes 現象，不但影響精度表現且在建置有效數量訓練樣本時，往往過於耗費人力，並降低系統運算效率。透過降維處理可解決以上問題，近年常用之方法有主軸轉換法(Principal Component Analysis, PCA)、去噪轉換法(Minimum Noise Fraction, MNF)，MNF 轉換是 Green 等所提出雜訊過濾與特徵萃取法，透過二次疊代所形成之特徵向量正交矩陣同時具有 PCA 特性，且避免 PCA 轉換時僅取用少數主軸資料而漏失重要資訊。因此在高光譜影像分類處理上可能比 PCA 法更具優勢，因此，本研究嘗試比較六種分類器，尋找適合 MNF 降維處理後之最佳分類器組合。

第三章 文獻回顧

3.1 影像前處理

最小噪音分離轉換(Minimum Noise Fraction, MNF)

透過高通濾波器對原始影像進行濾波處理，產生雜訊之協方差矩陣 \sum_i

將 \sum_i 對角化成 D_i 矩陣

$$D_i = A^T \sum_i A \quad \text{-----}(1)$$

其中 D_i 為 \sum_i 之特徵值降冪排序之對角矩陣 A 為特徵向量組成之正交矩陣

化算單位矩陣

$$P^T \sum_i P = I \quad \text{-----}(2)$$

其中 I 為單位矩陣， P 為轉換矩陣 $UA_i^{-1/2}$

當影像資料 X 時透過 $Y = PX$ 變換時，即將原始資料映射到新的維度上，此時所轉換的雜訊即具有單位協方差，且各波段間的數據互不相關。

$$\sum_{D-adj} = P^T \sum_D P \quad , \text{其中 } \sum_D \text{ 為影像 } X \text{ 的協方差矩陣-----}(3)$$

將 \sum_{D-adj} 對角化成 D_{D-adj} -----(4)

故 $D_{D-adj} = V^T \sum_{D-adj} V$, 其中 D_{D-adj} 為 \sum_{D-adj} 特徵值按照降冪排列之對角矩陣，

V 矩陣是由特徵向量組成的正交矩陣，透過以上步驟即可得到 MNF 之變換矩陣

$$T_{MNF} : T_{MNF} = PV$$

3.2 影像分類器

3.2.1 Fuzzy-ArtMap

為近年來廣泛運用於遙測影像分類之類神經網路分類器，由接收層、處理層(包含隱層)與輸出層之間節點構成網絡，處理層之各物件彼此間不相關，透過 BP 模型反覆修正映射模型參數收斂至容許值內，但對於雜訊之容許度較差，完整資料可參考文獻資料[1]。

3.2.2 SOM

由 Kohonen 於 1981 年所提出，透過模擬生理神經網絡結構所發展之類神經網絡學習法，SOM 網絡僅有接受層與輸出層，由接收層各節點將權向量將資料匯整到輸出層，輸出層的各節點間則相互形成二維平面結構，透過輸出層的各節點側向連結達到互相競爭的目的，當界定出最佳解時，則朝著更有利方向調整競爭節點之權重，收斂至完成權重調配。當接收層接收某特定資料時，將根據輸出層中對應之某節點最大影響量進行歸類，完整之演算法可參考文獻資料[2]。

3.2.3 Support Vector Machine ,SVM

為 Vapnik 等(1995) 從統計學習基礎所提出的向量學習法，1998 年 Gualtieri 首次運用 SVM 於高光譜影像分類，結論指出 SVM 可以有效地克服訓練資料不足的 Hughes 現象，可參考文獻資料[3]

3.2.4 k-nearest neighbors algorithm ,k-NN

KNN 為傳統統計分析法，為 NN 法的改良，透過分類訓練時界定資料 X 的 K 個最鄰近值，再依照這些最鄰近資料中的多數進而歸類，而 K 值的界定因子來自距離(歐式距離)與兩向量之餘弦測角，並可由理論證明 K 的鄰近分類錯誤率介於 P' 到 $2P'$ 之間(P' 為 Bayes 概率)，為一種穩定之分類法。

3.2.5 線性判別分析法(Fisher-Linear Discriminant Analysis ,LDA)

此方法乃於線性判別分析向量圖上，找尋最佳投影方向，在此投影方向可將各訓練項特徵最有效分離。而 LDA 可以在增加分類類別彼此間的離散程度，同時減少分類項內物件的離散度，進而將相似物件歸類，為一種相當有效且穩定之分類法，因此被廣泛應用於遙測影像特徵分類，可參考文獻資料[4]。

3.2.6 光譜角匹配法(Spectral Angle Mapper, SAM)

光譜角匹配分析屬於廣義線性轉換方法，在定義 n 維空間中，已知特徵向量與地物光譜特徵向量的夾角如越接近，則代表兩者相似度越高，藉以歸類，由於其基本假設是各光譜向量資料彼此間不相關，但高光譜影像鄰近光譜具有高度相關性，因此需透過轉換去除光譜相關性，方能有較佳分類效果，詳細內容可參考文獻資料[5]。

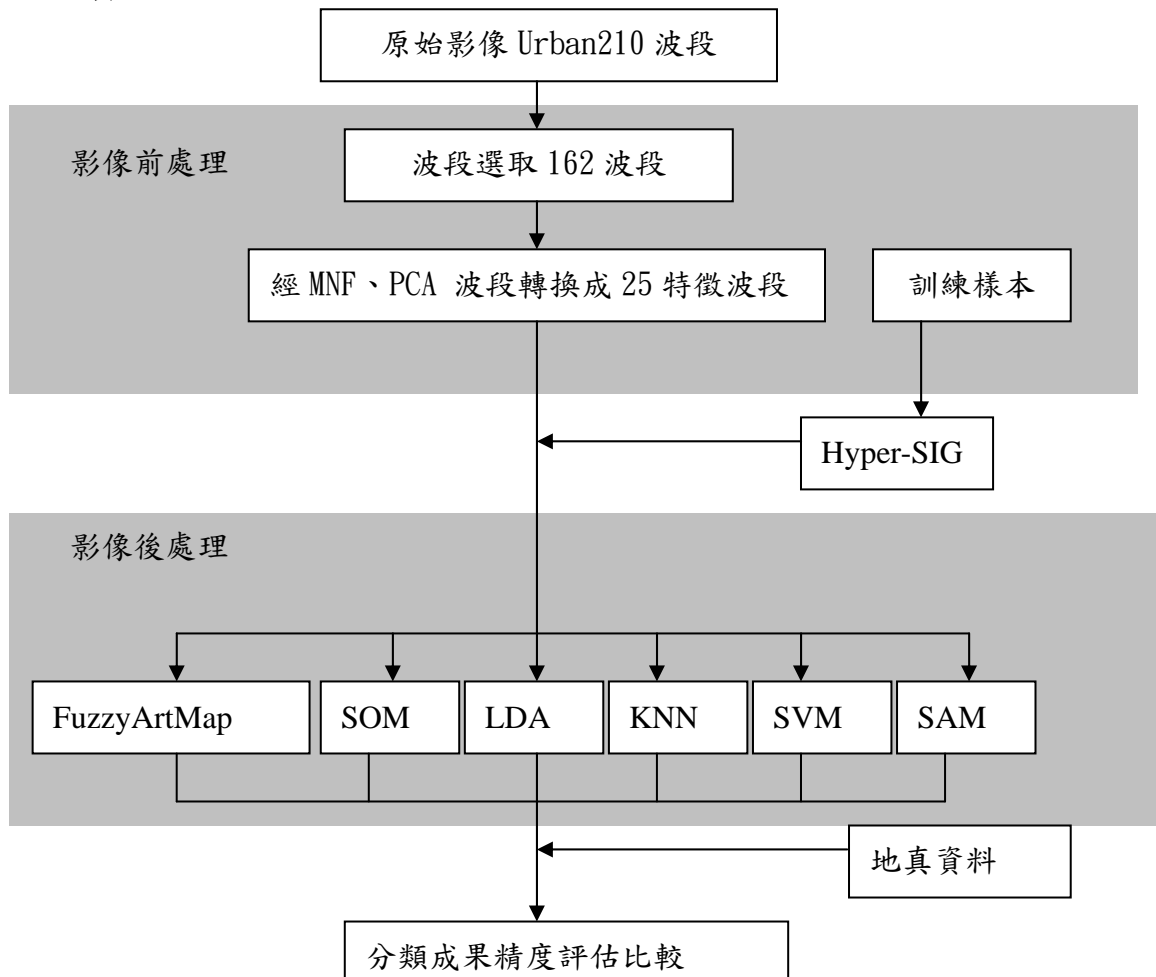
第四章 實驗架構與實驗步驟

本研究所使用的高光譜影像(URBAN)係由美國陸軍工程兵團地形工程中心網站擷取(USATEC, 2006)。該影像具有 307 列, 每列 307 個像元, 共 210 波段數並以 BIL 方式儲存。



原始影像資料:
307x307 , 210 bands
US-Texas Fort hood
(HYDICE) 1996.5.16

4.1 實驗流程

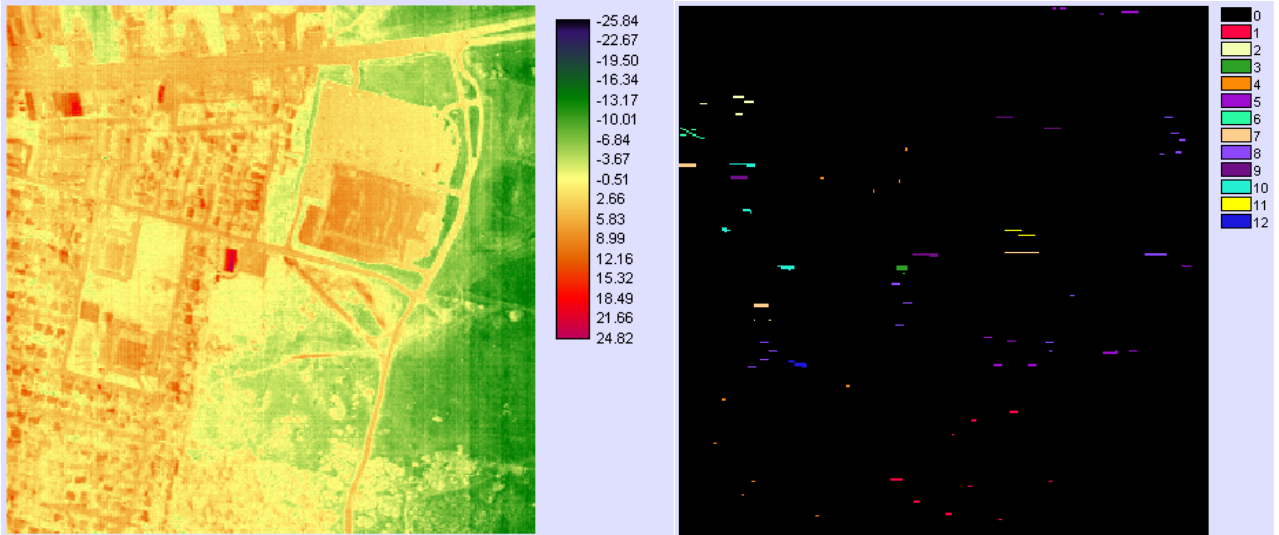


4.2 實驗步驟

4.2.1 影像前處理

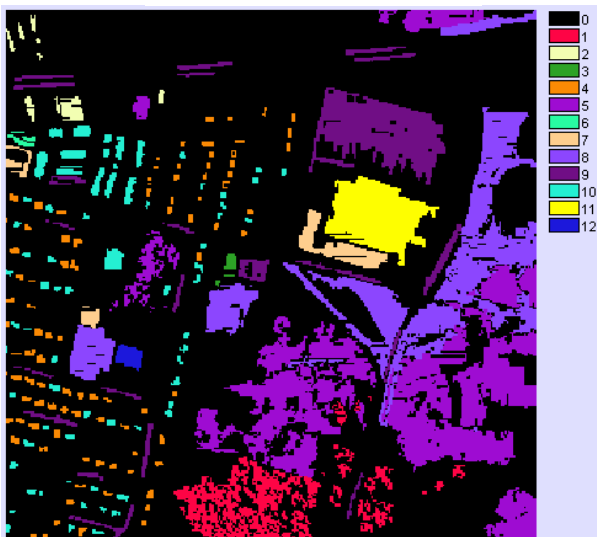
1. 本實驗取用 Urban 原始影像為 210 波段高光譜影像，經過波段選取過程剔除對於水氣干擾較敏感之波段區間後，輸出成 162 波段數所構成之 Urban162。

2. 透過 MNF 與 PCA 轉換對 Urban162 做降維度處理，即將原始 162 波段數降維度成 25 波段數。



降維處理後之影像

訓練區資料



地真資料

分類表			
1	Tree	7	Roof- brown
2	Grass	8	Roof-gray shingle
3	Grass-stressed	9	Roof-bubbly light-gray
4	Concrete	10	Roof-corrugated steel buildings
5	Soil	11	Roof-metal buildings
6	Asphalt	12	Roof- white

4.2.2 影像後處理

分別將經過 PCA 與 MNF 去噪降維處理後之 25 個波段資料影像，使用以下六種常見分類器進行分類：

類別	類神經網絡法	線性分類法	非線性分類法
分類器	Fuzzy-ArtMap , SOM	Fisher-LDA , KNN	SVM , SAM

4.2.3 地真檢核成果

		SVM	Fuzzy-ArtMap	SOM	Fisher-LDA	KNN	SAM
MNF	$\hat{\kappa}$	0.9032	0.8098	0.8148	0.8759	0.8116	0.8478
PCA		0.8120	0.7852	0.7742	0.8693	0.7099	0.5471

$\hat{\kappa}$ (Kappa) 整體精度

第五章 結果與討論

1. 整體而言 MNF 轉換較 PCA 主軸轉換確實更具優勢，在六項分類器中均獲得較高的分類精度。
2. 如同行之以往之研究，Fisher-LDA 雖為傳統分類法，但在分類上的穩定度相當高，且精度表現不俗。
3. 整體而言線性分類法優於類神經法，而非線性分類法中的 SVM 法配合 MNF 則獲得最高的分類精度。
4. 光譜角匹配法(SAM)配合 MNF 轉換時較 PCA 轉換，可大幅提升分類精度。

第六章 結論與建議

1. 本研究中屬於非線性分類法的 SVM 法，配合屬於線性的特徵萃取法(MNF)獲得了最佳的分類精度成果，未來研究可朝向非線性特徵萃取法配合非線性分類發展。
2. 傳統的線性分類法 Fisher-LDA 不論在 MNF、PCA 特徵萃取後之分類成果均相當不錯，未來將可朝參數調配發展，應能達到 SVM 法之成果等級。

參考文獻

- 林金樹，2002，高光譜主軸轉換影像辨識土地利用型最適主軸數決定方法之研究，台灣林業科學 17(4)471-81, 4.
- 施介嵐 徐百輝 史天元，2004. 9，以光譜混合分析法進行台灣地區 Master 影像之研究，第二十三屆測量學術及應用研討會
- 李海濤，2007. 5，基于 MNF 和 SVM 的高光谱遥感影像分类研究，遙感信息
- 郑玉燕、何建农，2007. 11，改进的 Fuzzy-Artmap 网络在遥感图像分类中的应用
- 石晶晶等，2009，基于支持向量机(SVM)的稻纵卷叶螟危害水稻高光谱遥感识别，中國水稻科學
- 刘怀亮, 张治国, 马志辉, 孙 蕾，2008. 6，基于 SVM 与 KNN 的中文文本分类比较实证研究” ITA 期刊
- ^[1]Carpenter G. A. and Crossberg, S. et al, 1992, Fuzzy ARTMAP: A Neural Network Architecture for Incremental Supervised Learning of Analog Multidimensional Maps. IEEE Transactions on Neural Networks, 3(5), 698-713.
- ^[2]Villmann, T., Merenyi, E., and Hammer, B., 2003 Neural maps in remote sensing analysis. Neural Networks, 16: 389-403.
- ^[3]Gualtieri, J. A., Chettri, S. R., Crompton, R. F., & Johnson, L. F. , 1999 , Support vector machine classifiers as applied to AVIRIS data. In the Summaries of the Eighth JPL Airborne Earth Science Workshop
- ^[4]Fisher, R. A. 1936, The use of multiple measurements in taxonomic problems. Annals of Eugenics 7: 179-188.
- ^[5]Kruse, F.A., Lefkoff, A.B., Boardman, J.W., Heidebrecht, K.B., Shapiro, A.T., Barloon, P.J., and Goetz, A.F.H., 1993 "The Spectral Image Processing System (SIPS) -- Interactive Visualization and Analysis of Imaging Spectrometer Data," Remote Sensing of the Environment, 44, 145-163.
- Green AA, BermanM, SwitzerP, 1988 , A Transformation for Ordering Multispectral Data in Terms of Image Quality with Implications for Noise Removal , IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing.
- Kruse, Lefkoff, Boardman, Heidebrecht , Shapiro, Barloon, Goetz , 1993 , The spectral image processing system interactive visualization and analysis of imaging spectrometer data , Remote Sensing of the Environment, (44) :145 ~ 1631