



BIGR LAB

big data research laboratory

An Adjustable Pan-Sharpening Approach for IKONOS/QuickBird/GeoEye-1/WorldView-2 Imagery

鄭鈞興

Introduction

- Successful fusion algorithm must not distort the spectral content of an MS image during increasing its spatial resolution.
- HCS algorithm: (recently proposed)
 - developed for World-View-2
 - naïve mode – BT
 - smart mode – SFIM

名詞解釋:

- **MS**: 多重光譜圖, 收集八個波段(Red、Green、Blue、NIR1、Coastal Blue、Red-Edge、Yellow、NIR2)之影像。
- **panchromatic**: 全色態影像 (俗稱黑白影像), 收集單一波段(B&W)的波譜資料。
- **pansharpened image**: 由高空間解析度的panchromatic圖和較低空間解析度的MS圖 合成出來的。



An Analytical Evaluation Framework

- 重點:為了分析空間與光譜解析度的變化，所以將RGB色彩模式轉換成IHS色彩模式，並且透過公式推論出BT-like適合linear model以及 IHS-like適合non-linear model。

名詞解釋:

- **H**:色相。是色彩的基本屬性就是平常所說的顏色名稱，如紅色、黃色等。
- **S**:飽和度。是指色彩的純度，越高色彩越純，0~100%。
- **I**:強度或亮度。
- **Color** : $H + S + I$
- **color distortion** :色彩失真



An Analytical Evaluation Framework(Cont.)

- **重點:**performance比較表(右圖)IHS和BT法的色彩失真是相對的飽和壓縮(Saturation Compression)與伸展(Stretch)。(P>I)為了改善以上問題，基於SFIM法，可以減少色彩失真的程度。

	BT-like in the linear model		IHS-like in the nonlinear model	
	BT/HCS _n	SFIM/HCS _y	IHS	AWT
I'	P	$P \cdot (I/P_l)$	P	$P + (I - P_l)$
H'	H	H	H	H
S'	$(P/I) \cdot S$	$(P/P_l) \times S$	$(I/P) \cdot S$	$I/(I + (P - P_l)) \cdot S$

名詞解釋:

- **Spatial information** :跟I有關
- **Spectral information**:跟H,S有關，又因為H不會被改變，因此這些方法的color distortion的差異主要都自於S(飽和度)。
- **P**:Panchromatic 的I(高空間解析度所以值很大)



An Analytical Evaluation Framework(Cont.)

	BT/HCSn IHS (無filter)	SFIM/HCSs AWT
Color Distortion	嚴重(S' depend on I)	還好(S' depend on ^P)
Spatial information	Better	Worse
Spectral information	Worse	Better
efficiency	快(不需要filter)	慢
Other		控制兩種解析度的平衡效果較好。 spatial-detail要看low-pass filter的 設計優劣。

^P : smooth version of Panchromatic image



Intensity Matching Problem

- 主要問題: 如何減少 color distortion 的程度。
- 原因: 因為 **spectral mismatch of sensor responses** 才導致我們需要改變原本 I 的算法
- 討論對象: 對於 SFIM 來說 I 並不會影響太大，因為從前表得知主要是 $S = P/PL$ ，所以 PL 決定了空間細節和色彩失真的程度。而 BT(HCSn) 和 IHS 的話，color distortion 的程度主要是 P 跟 I 的相似度(因為 S' 都是 $S * (P/I)$ or (I/P))，因此我們將針對上面的演算法來進行修改。



Intensity Matching Problem(Cont.)

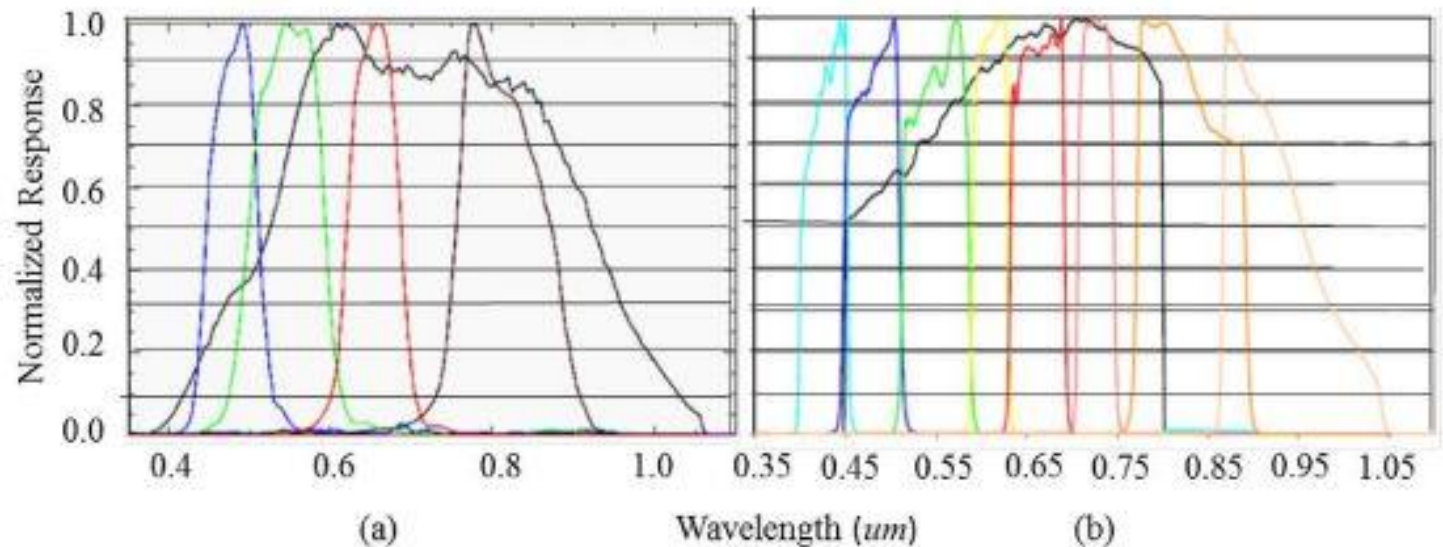


Fig. 2. (a) QuickBird and (b) WorldView-2 relative spectral responses.

Intensity Matching Problem(Cont.)

- **主要:**改善BT(HCSn)和HIS法的**degree of Color distortion**。由上一頁的圖得到，就QuickBird image而言，對於NIR的response較高，因此將NIR也加進去運算，便可以使得I更接近P(如下方公式)。

$$I_{4-avg} = (B + G + R + NIR)/4$$

$$I_{4-dist} = \sqrt{B^2 + G^2 + R^2 + NIR^2}.$$

- Fig(2b)則是WorldView-2的relative spectral response，所以I也要變化來減少色彩失真的程度，(如右邊公式)。(TABLEIII為右邊五個I與P所對比出來的比較表格)(越接近1則越相似於P)



AN ADJUSTABLE IHS-BT-SFIM APPROACH

	BT	IHS	SFIM
效率	快	快	慢
Spatial information	Better	Better	Worse
Spectral information	Worse	Worse	better
Other	飽和度(S)會被延展	飽和度(S)會被壓縮	可以妥善平衡兩種資訊

由於各個演算法皆有其優缺點，因此這部分將提出一個新的演算法IHS-BT-SFIM method，這個Method有5種module，主要透過兩個參數設定來決定module。



AN ADJUSTABLE IHS-BT-SFIM APPROACH(Cont.)

- 我們實際應用的是其中的IHS-BT module。

The IHS-BT module: if $k_1 = k_2 = k, 0 < k < 1$ (herein we set $k = 0.5$), and $\hat{P} = P$

$$\begin{bmatrix} R'' \\ G'' \\ B'' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{\text{IHS-BT}} \\ G_{\text{IHS-BT}} \\ B_{\text{IHS-BT}} \end{bmatrix} \\ = \frac{P}{I + k \cdot (P - I)} \cdot \begin{bmatrix} R + k \cdot (P - I) \\ G + k \cdot (P - I) \\ B + k \cdot (P - I) \end{bmatrix}$$

The fused image with spatial detail $I'' = \frac{P \cdot (I + k \cdot (P - I))}{(I + k \cdot (P - I))} = P$ and color distortion $(S''/S) = \frac{(P)}{(0.5 \cdot P + 0.5 \cdot I)} \cdot \frac{(I)}{(0.5 \cdot P + 0.5 \cdot I)}$.





Thanks For Your Listening

The End

