



*Università degli Studi di Napoli "Parthenope"*  
*Dipartimento di Scienze e Tecnologie*

*Corso di Telerilevamento*

*Lezione 13*

# **Tecniche di pan-sharpening**

*Claudio Parente*

# Image fusion

Si parla di *data fusion* quando più dati di diversa tipologia o provenienza vengono combinati tra loro per ricavare nuove informazioni.

Se i dati in questione sono immagini si parla di *image fusion*.

In base a quanto asserito da Pohl e Van Genderen (1998), si può definire *image fusion* la “Combinazione di due o più immagini differenti, mediante l’utilizzo di determinati algoritmi, per formarne una nuova che unisca le caratteristiche di quelle di partenza”.

Se lo scopo dell’image fusion è quello di unire la risoluzione geometrica del pancromatico con quella spettrale delle multispettrali, si parla di *pan-sharpening*.

# Pan-sharpening

*Le tecniche di Pan-Sharpening permettono di fondere l'alta risoluzione geometrica delle immagini pancromatiche con l'alta risoluzione spettrale delle immagini multispettrali superando i limiti fisici della strumentazione di acquisizione*

*Pancromatico*

*RGB multispettrali*

*RGB pan-sharpened*

QuickBird  
images



Image Source: © 2004 DigitalGlobe, Inc. All RIGHTS RESERVED

# Pan-sharpening

Il *Pan-sharpening* permette di utilizzare una pancromatica per dare maggior definizione a una multispettrale incrementandone così la risoluzione geometrica.

Nell'esempio della slide precedente è evidente come la risoluzione geometrica della pancromatica (0,6 m) viene «trasferita» alle multispettrali, aventi risoluzione geometrica più bassa (2,4 m). In tal modo la risoluzione geometrica della composizione RGB mostrata in figura passa da 2,4 m a 0,6 m, con aumento del dettaglio visibile.

# Pan-sharpening

Esistono più metodi in letteratura per effettuare il pan-sharpening. In questo corso analizziamo in dettaglio:

uno dei più semplici, detto **media semplice**.

uno dei più efficaci, detto *IHS pan-sharpening*.

# Metodo della media semplice

Ogni multispettrale pan-sharpenata è data dalla media tra la pancromatica e la multispettrale.

Passo 1. Ricampionamento delle immagini multispettrali, R, G, B alla stessa risoluzione spaziale dell'immagine pancromatica corrispondente.

Passo 2. Si calcola la media tra la singola multispettrale ricampionata e la pancromatica.

Metodo con consistenti distorsioni radiometriche, troppo semplicistico.

# Metodo IHS (Intensity Hue Saturation) pan-sharpening

Il metodo IHS pan-sharpening si basa sul passaggio dal modello di colore RGB a quello IHS.

Il primo modello di colore (RGB) è ben noto. Un colore è espresso mediante tre coordinate all'interno dello spazio RGB: utilizzando immagini ad 8 bit per ciascuna banda, tutti i colori rientrano in un cubo dove ciascun punto, rappresentativo di un colore, ha ciascuna delle tre coordinate (Blu, Green e Red) comprese tra i valori 0 e 255.

Il secondo modello si basa sull'utilizzo di tre grandezze:

- Intensità (Intensity);
- Tinta (Hue);
- Saturazione (Saturation).

# Modello di colore IHS

Nel *modello IHS* ciascun colore non viene espresso come combinazione dei tre colori fondamentali ma in termini di:

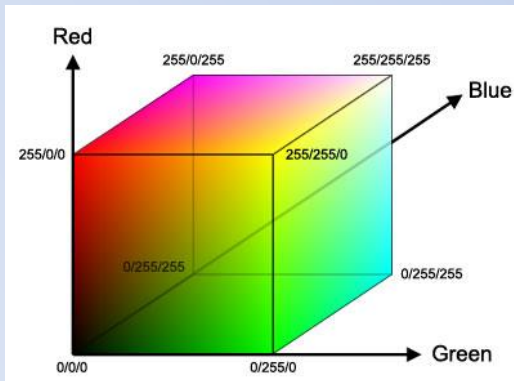
- ***I – Intensity***, ovvero l'intensità, rappresentativa della brillantezza di un colore ed è data dalla proiezione di un punto di colore sulla diagonale dei grigi;
- ***H – Hue***, ovvero la tinta, rappresentativa del colore “puro” ed indica la lunghezza d'onda dominante o media della luce che contribuisce ad un colore;
- ***S – Saturation***, ovvero la saturazione, rappresentativa della distanza del colore dal grigio più vicino (valori alti corrispondono a colori vivi, valori bassi a colori pallidi).



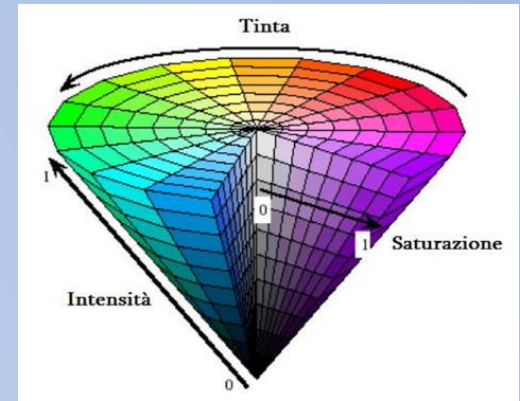
# Metodo IHS (Intensity Hue Saturation) pan-sharpening

Il passaggio dal modello di colore RGB a quello IHS è esprimibile mediante formule

Modello colore RGB



Modello colore IHS



Conversione modello

$$I = \frac{1}{3}(R + G + B)$$

$$H = \begin{cases} \theta & \text{se } B \leq G \\ 360^\circ - \theta & \text{se } B > G \end{cases} \quad \text{con} \quad \theta = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(R-G) + (R-B)]}{[(R-G)^2 + (R-B)(G-B)]^{1/2}} \right\}$$

$$S = 1 - \frac{3}{(R + G + B)} \min[(R + G + B)]$$

# Metodo IHS (Intensity Hue Saturation) pan-sharpening

Vediamo adesso quali sono le fasi del metodo IHS pan-sharpening.

Passo 1. Ricampionamento delle immagini multispettrali, R, G, B alla stessa risoluzione spaziale dell'immagine pancromatica corrispondente.

Passo 2. Registrazione delle immagini multispettrali con la pancromatica corrispondente, qualora non siano acquisite simultaneamente.

# Metodo IHS (Intensity Hue Saturation) pan-sharpening

Passo 3. Le immagini ricampionate vengono trasformate dallo spazio RGB a quello I (Intensity), H (Hue), S (Saturation) secondo la seguente relazione:

$$\begin{bmatrix} I \\ v1 \\ v2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ -\frac{\sqrt{2}}{6} & -\frac{\sqrt{2}}{6} & \frac{2\sqrt{2}}{6} \\ \frac{1}{\sqrt{2}} & -\frac{1}{\sqrt{2}} & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

dove

I = Intensity

v1, v2 = grandezze che definiscono  
Hue e Saturation

Pan = immagine pancromatica

$$I = \frac{R+G+B}{3}$$

# Metodo IHS (Intensity Hue Saturation) pan-sharpening

Passo 4. La componente Intensity (I) viene sostituita con la componente Pancromatica (Pan) e si realizza il passaggio inverso dallo spazio IHS a quello RGB, chiamato R'G'B' con l'utilizzo della seguente relazione:

$$\begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ 1 & -\frac{1}{\sqrt{2}} & -\frac{1}{\sqrt{2}} \\ 1 & \sqrt{2} & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} I + \delta \\ v1 \\ v2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R + \delta \\ G + \delta \\ B + \delta \end{bmatrix}$$

dove

I = Intensity

v1, v2 = grandezze che definiscono

Hue e Saturation

Pan = immagine pancromatica

$\delta = \text{Pan} - I$

# Metodo IHS (Intensity Hue Saturation) pan-sharpening

Se nell'intervallo di acquisizione del pancromatico sono comprese più bande multispettrali, oppure sono sempre tre, ma non presentano un contributo paritario (ad esempio, la banda del blu è minoritaria rispetto alla verde e alla rossa perché il pancromatico comincia da 0.44 e non da 0.4), ognuna va considerata con il proprio peso.

Di conseguenza l'Intensity è data da

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n C[i]MSi}{\sum_{i=1}^n C[i]}$$

**Dove:**

- **$MSi$  = banda multispettrale  $i$  ricampionata alla risoluzione spaziale della pancromatica;**
- **$C[i]$  = un vettore di costanti (coefficienti ovvero pesi);**
- **$n$  = numero di bande.**



Composizione RGB di immagini Quickbird



Composizione RGB delle stesse immagini Quickbird sottoposte a pan-sharpening

# Come valutare l'esattezza del pan-sharpening

Per valutare l'esattezza del pan-sharpening, occorre valutare:

La fedeltà radiometrica;

La fedeltà geometrica.

La prima è riferita alle multispettrali di partenza.

La seconda alla pancromatica.

Radiometricamente vogliamo che le immagini pan-sharpenate somiglino alle immagini multispettrali di partenza.

Geometricamente vogliamo che le immagini pan-sharpenate somiglino alla immagine pancromatica di partenza.