

Metody zvýrazňování obrazu III

Vícepásmová zvýraznění

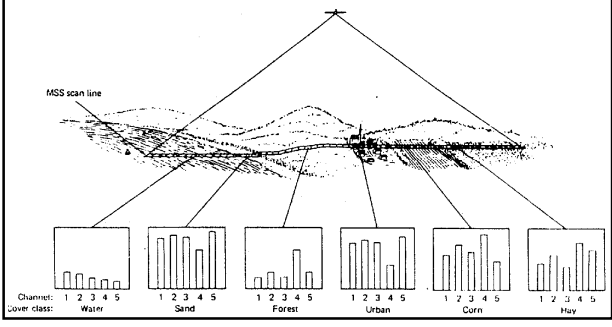


Podstata vícepásmových zvýraznění

- DN hodnoty jako příznaky a , tzv. **příznakový prostor**.
- Vytváření nových pásem – s cílem zvýšit odlišení různých objektů - **rozšíření příznakového prostoru**
- Hledání nových - nejinformativnějších pásem - tzv. **zúžení příznakového prostoru** bez podstatné ztráty informace.
- Odstranění redundantní informace obsažené v pásmech úzce korelovaných

Spektrální příznaky

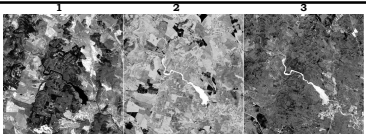
Ze spektrálního chování tedy lze pro každý objekt odvodit tzv. **spektrální příznaky**. Tyto příznaky jsou pro daný typ povrchů typické.



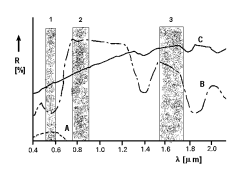
Příznakový prostor

- **Jednotlivé spektrální příznaky definují osy vícerozměrného prostoru**
- **Ten označujeme jako příznakový prostor.**
- **Definování spektrálních příznaků a jejich poloha v příznakovém prostoru jsou důležitým krokem při automatickém rozpoznávání objektů na snímcích.**

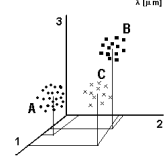
Obrazový prostor (Image space)



Spektrální prostor (Spectral space)



Příznakový prostor (Feature space)



Vytváření barevných syntéz

- **Barevné kompozice z pásem původních – empirie**
- **Vhodnost jednotlivých pásem LANDSAT TM**

Objektivní metody tvorby barevných syntéz

Syntéza je složena z pásem, která dávají nejvíce odlišné informace - tedy jsou mezi sebou co nejméně korelována.

Optimum index factor (OIF):

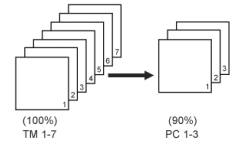
$$OIF = \frac{\sum_{k=1}^3 S_k}{\sum_{j=1}^3 Abs(r_j)}$$

S_k - směrodatná odchylka pro pásmo k

r_j - hodnota korelačního koeficientu mezi libovolnými dvěma pásmy v dané kompozici.

Kompozice s nejvyšší hodnotou OIF bude dávat nejvíce informace

Obrazová analýza hlavních komponent

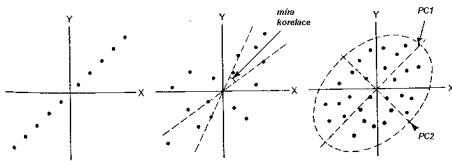


(PCA - Principal Component Analysis) se používá jako prostředek zvýraznění obrazu k vizuální interpretaci i jako metoda zvýraznění obrazu před jeho automatickou klasifikací.

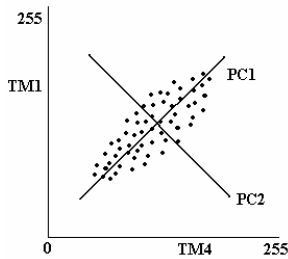
Analýzou hlavních komponent lze další zpracování omezit na méně pásem bez podstatné ztráty informace - redukuje tedy rozměrnost (dimensionalitu) zpracování.

PCA je statistická metoda, která rotuje osami vícerozměrného prostoru tvořícího multispektrální snímek, a to ve směru maximálního rozptylu dat.

PCA - základní východiska



Princip PCA



Výstup PCA

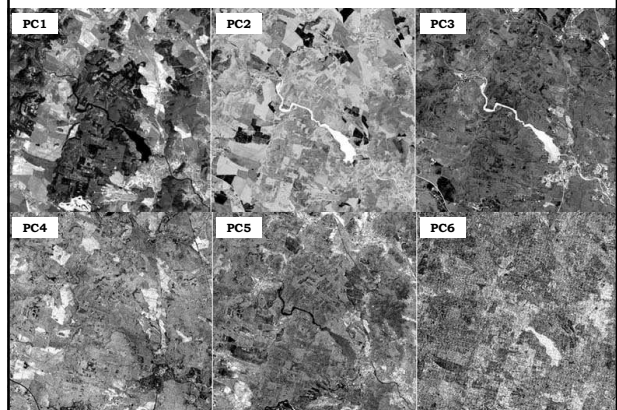
$$PC_1 = a_1TM_1 + a_2TM_2 + a_3TM_3 + a_4TM_4 + a_5TM_5 + a_6TM_7$$

$$PC_2 = b_1TM_1 + b_2TM_2 + b_3TM_3 + b_4TM_4 + b_5TM_5 + b_6TM_7$$

...

Číslo PC	Vlastní čísla	Procenta rozptylu	Kumulov. procenta	Zátěže						
				TM1	TM2	TM3	TM4	TM5	TM7	
1	2262,96	75,62	75,62	0,243	0,181	0,346	0,230	0,728	0,454	
2	682,34	22,80	98,42	0,115	0,050	0,229	-0,936	-0,012	0,237	
3	33,80	1,13	99,55	0,553	0,323	0,513	0,201	-0,531	-0,064	
4	7,79	0,26	99,81	-0,264	-0,141	-0,037	0,168	-0,432	0,833	
5	4,54	0,15	99,96	0,712	-0,102	-0,668	-0,034	0,000	0,186	
6	1,21	0,04	100,00	-0,212	0,911	-0,343	-0,044	-0,022	0,069	

Výstup PCA - jednotlivá transformovaná pásma



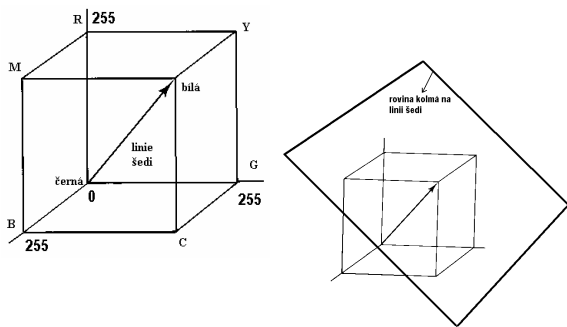
Výstup PCA – barevná syntéza z PC1, PC2 a PC3



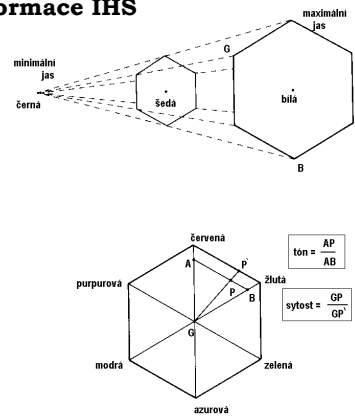
Transformace IHS

- Jakýkoliv barevný obraz může být popsán také v kategoriích intenzity (jasu), odstínu a sytosti každé barvy (IHS, **Intensity - Hue - Saturation**).
- Intenzita je mírou jasu v obraze
- Odstín je mírou barvy a reprezentuje dominující vlnovou délku ve světle
- Sytost reprezentuje hloubku čistoty barvy vzhledem k odstínu šedi.
- V systému IHS lze zvýrazňovat jednotlivé složky nezávisle na složkách zbývajících - tedy pokud upravíme kontrast složky představující intenzitu, sytost a odstín se nezmění.

Transformace mezi RGB a IHS barevnými systémy



Transformace IHS



Transformace IHS

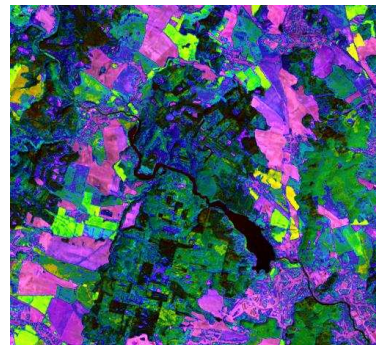
V rámci zpracování obrazových záznamů existuje řada algoritmů, využívajících vzájemné transformace mezi oběma barevnými systémy především pro:

- zvýraznění obrazu
- spojování (fúzi) dat s různým rozlišením – PAN a MS
- spojování dat z různých typů senzorů

Pro IHS transformace platí, že data s největším prostorovým informačním obsahem (lineární prvky, textura) by měla být přiřazena intenzitě.

Data s největším dynamickým rozsahem by měla být přiřazena odstínu.

Malé rozdíly v sytosti nejsou postřehnutelné lidským okem a měly by být proto použity pro nejméně výrazná data.



- Konverze pásem LANDSAT RGB (3,4,5) do IHS
- Zvýraznění H
- Konverze IHS do RGB



- Konverze pásem LANDSAT RGB (3,4,5) do IHS
- Zvýraznění I, S
- Konverze IHS do RGB

Transformace Martina-Taylora

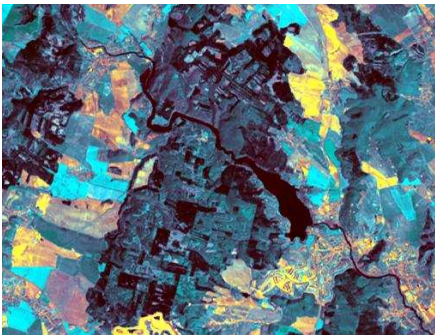
- Transformace barevného obrazu do systému zobrazení, který více odpovídá **citlivosti lidského vidění**.
- Jednotlivé složky tohoto systému jsou mírou zastoupení **jasu**, **červeno-zelené barvy** a **modro-žluté barvy** ve výsledném obraze.
- Pořadí těchto složek zároveň vyjadřuje jejich důležitost ve zrakovém systému člověka.
- Jako vstupu se používá výsledků analýzy hlavních komponent: (PC1 – **jas**, PC2- **červeno-zelená** a PC3- **modro-žluté barvy**).
- Tyto obrazy jsou transformovány do systému RGB následujícími vztahy:

$$\begin{aligned} R &= (255 - PC2 + PC3/2) * PC1/256 & |R - (0,383) \\ G &= (PC2 + PC3/2) * PC1/256 & |G - (0,383) \\ B &= (255 - PC3) * PC1/256 & |B - (0,255) \end{aligned}$$

Nové obrazy jsou lineárně transformovány do rozsahu 0-255

Transformace Martina-Taylora

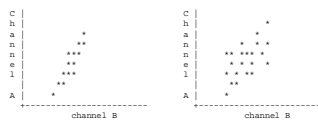
Barevnou syntézu lze použít k vizuální interpretaci, jednotlivá pásma mohou vstupovat do klasifikace obrazu.



Dekorelační techniky

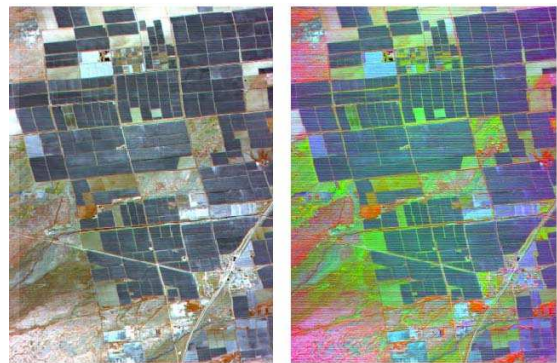
- Techniky zvýraznění více pásem výhodné pro zpracování vysoce korelovaných dat.
- Tradiční techniky zvýraznění kontrastu v RGB systému rozšiřují pouze rozsah intenzity barev, odstínů či sytosti se nemění. Právě **odstín** barev bývá nejdůležitější při identifikaci objektů.
- Odstraněním korelace mezi zobrazovanými pásmy lze tento problém do jisté míry vyřešit. Použitím analýzy hlavních komponent a následným zvýrazněním kontrastu dosáhneme změny barevného odstínu, vzniká však problém, že nové barvy objektů jsou často velmi odlišné od barev původních, což může způsobovat problémy při jejich identifikaci.
- Existují tedy techniky, které jsou modifikací analýzy hlavních komponent a které zachovávají barevné odstíny jevů a objektů. Tato dekorelační zvýraznění zahrnují **úpravu kontrastu hlavních komponent** a jejich **následnou transformaci zpět do barevného systému RGB**
- Dekorelační techniky **zvýrazňují především sytost barev**, intenzita a odstín se mění pouze málo. Takto zvýrazněné barevné syntézy se proto interpretují snáze, než barevné syntézy vytvořené z hlavních komponent.

Dekorelační techniky - obecný postup



Metoda má tři základní kroky:

1. Transformace metodou hlavních komponent
2. Škálování hodnot (aby všechna transformovaná pásma měla stejný rozptyl jako první komponenta)
3. Zpětná (inverzní) transformace



Příklad dekorelačního zvýraznění – plochy s vegetací



Příklad dekorelačního zvýraznění - horniny a minerály



Dekorelační zvýraznění pásem 1,2,3,4,5
Transformace PCA do tří hlavních komponent

Spojování (fúze) dat s různým prostorovým rozlišením

Metody transformace barevného prostoru slouží vedle zvýrazňování také k spojování PAN a MS obrazových dat

Obecný princip:

MS data s menším prostorovým rozlišením se převedou z RGB barevného systému do systému IHS.

Složka intenzity-jasu (I) se nahradí daty s vysokým rozlišením (PAN).

Provede se zpětná transformace z IHS do RGB

Výsledkem jsou barevná data s vysokým rozlišením

Algoritmy pro fúzi dat

- Metoda HEXCONE (viz IHS)
- Metoda Broveyho transformace

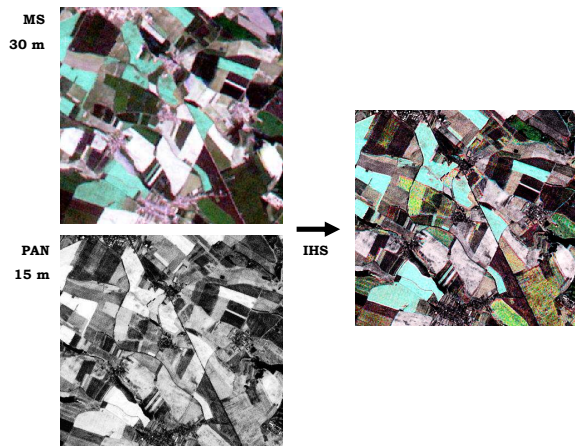
Jednotlivé složky nového obrazu se vypočtou následujícím způsobem:

$$R = (R / (R + G + B)) * I$$

$$G = (G / (R + G + B)) * I$$

$$B = (B / (R + G + B)) * I$$

kde I představuje data s vysokým rozlišením



Aritmetické operace s pásmy multispektrálního obrazu

Obrazové podíly

Potlačení vlivů topografie - různých DN hodnot v důsledku různě osvětlených svahů

Výpočet spektrálních indexů (zvýrazňují vegetační složku či různé druhy minerálů)

Obecně se konstruuji tak, že v čitateli je pásmo, ve kterém zvýrazňovaný povrch intenzivně odráží a ve jmenovateli naopak pásmo, ve kterém povrch pohlcuje

Příklady:

TM4/TM3 - vegetační index

TM3/TM1 - zvýrazňuje výskyt púd s oxidy železa

TM5/TM7 - zvýrazňuje místa s výskytem jílových minerálů

Obrazové podíly



Druh povrchu	Orientace svahů ke Slunci	DN hodnoty		
		Pásmo A	Pásmo B	Podíl A/B
listnáče	osvětlené	48	50	0.96
	zastíněné	18	19	0.95
jehličnany	osvětlené	31	45	0.69
	zastíněné	11	16	0.69

Násobení obrazů

- Technika pro maskování vybraných ploch na snímku. Zájmová plocha má hodnotu pixelů 1, ostatní plochy hodnotu 0.
- Když touto "maskou" je vynásoben jiný obraz, dostaneme ve výsledku pouze zájmovou plochu, ostatní plochy mají nulové hodnoty.
- Pokud dva povrchy mají podobné hodnoty odrazivosti ve dvou pásmech lze jejich roznásobením zvýšit mezi nimi kontrast.

Součet obrazů

- Přičtení výsledku vysokofrekvenční filtrace k původnímu obrazu – ostricí filtr.
- Součet snímků jako celková míra vhodnosti – mapová algebra

Rozdíl obrazů

- Jednoduchá metoda stanovení změn mezi dvěma časovými horizonty.
- Nulový výsledek indikuje žádnou změnu, nenulové hodnoty indikují určité změny.
- Znaménko výsledku určuje směr změny.
- Operaci odčítání lze aplikovat na původní pásma i na výsledky klasifikace

Konverze RGB – IHS – HEXCONE model

```

Min = Minimum(R,G,B)
Delta = Max - Min
I = Max

If (Max <> 0) S = Delta / Max
If (Max = 0) S = 0

If (S = 0) H = 0 (Odstín není definován)

If (R = Max) H = (G - B) / Delta (mezi žlutou a purpurovou - yellow a magenta)
If (G = Max) H = 2 + (B - R) / Delta (mezi azurovou a žlutou - cyan a yellow)
If (B = Max) H = 4 + (R - G) / Delta (mezi purpurovou a azurovou - magenta a cyan)
H = H * 60 (konverze Odstínu a stupně)
If (H < 0) H = H + 360 (Odstín musí být kladná hodnota)
If (H >= 360) H = H - 360 (Odstín musí být hodnota menší než 360)

Hodnoty odstínu a sytosti musí být transformovány do 8bitových čísel:
H = H * (255 / 360)
S = S * 255
    
```

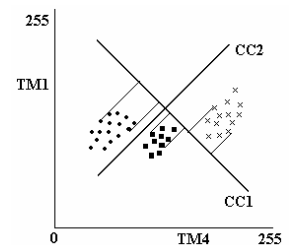
Konverze RGB – IHS – CYLINDER model

```

R = Red, G = Green, B = Blue      I = Intensity, H = Hue, S = Saturation
K2 = 1 / sqrt(2)
K3 = 1 / sqrt(3)
K6 = 1 / sqrt(6)
PI (3.14159)  RadToDeg = 180 / PI (konverze RAD DEG)
B1 = K6 * (2*B - R - G)
X1 = K2 * (G - R)
I = K3 * (R + G + B)
If (B1 = 0) then
  If (R <= G) H = 90
  If (G < R) H = 270
If (B1 <> 0) then
  H = RadToDeg * atan(X1 / B1)
  If (G > R and H < 0) H = H + 180
  If (G < R and H > 0) H = H + 180
  If (G = R and R > B) H = 180
If (H < 0) H = H + 360
If (H >= 360) H = H - 360

Škálování do 0 - 255:
I = I * (255 / 442)
H = H * (255 / 360)
S = S * (255 / 208.2066)
    
```

Kanická (canonical) komponentní analýza (analýza obecných komponent)



Transformace je prováděna pro určité části obrazu, reprezentující určitý typ povrchu a které v příznakovém prostoru vytváří shluky.

Nový systém souřadnic definující nová transformovaná pásma (CC1, CC2 - canonical components) je vypočten tak, aby separabilita mezi těmito shluky byla co největší a rozptyl v rámci každého shluku naopak co nejmenší.