

Capítulo Física Detecç Remote

Exercício 3

Landsat 7 ETM+, pixel (75, 36, 29, 123, 103)

$$L_{\lambda} = G_{rescale} \cdot Q_{cal} + B_{rescale}$$

$$L_3 = 0.942520 \times 29 - 5.94 \\ = 21.39308 \text{ W m}^{-2} \text{ m}^{-1} \mu\text{m}^{-1}$$

$$E_0 = 1533 \text{ W m}^{-2} \mu\text{m}^{-1}$$

$$L_4 = 0.969291 \times 123 - 6.07 \\ = 113.1527 \text{ W m}^{-2} \text{ m}^{-1} \mu\text{m}^{-1}$$

$$E_0 = 1039 \text{ W m}^{-2} \mu\text{m}^{-1}$$

reflectância espectral

$$\rho_{\lambda} = \frac{L_{\lambda}}{E}$$

$$\rho_3 = \frac{\pi L_3}{E_{sun}} = 0.0438$$

$$\rho_4 = \frac{\pi L_4}{E_{sun}} = 0.3421$$

Exercício 4

> Cálculo do NDVI

Reflectância Top of Atmosphere (TOA)

$$\rho_{\lambda} = \frac{\pi L_{\lambda} d^2}{E_{sun} \cos \theta_s}$$

6 Julho: $d_{sp} = 1.0167$ dia 187
 $\theta = 64.5831$

$$\rho_3 = \frac{\pi \times 21.39308 \times 1.0167}{1533 \cdot \cos(64.5831)} = 0.050175$$

$$\rho_4 = 0.3915$$

$$NDVI = \frac{0.3915 - 0.050175}{0.3915 + 0.050175} = 0.77$$

NDVI empírico calculado com o muno digital

$$NDVI = \frac{123 - 29}{123 + 29} = 0.62$$

Exercício 5

$$L_{\lambda} = \rho \cdot \frac{z_{\nu}(\lambda)}{\pi} \cdot \{ z_{\text{atm}} \cdot E_{\text{SUN}} \cos \theta + L_{\lambda}(\text{precipitação}) \}$$

A irradiância espectral é superficial (no direções de incidência de radiação) e apenas a irradiância espectral no topo da atmosfera multiplicada pela Transmissância da atmosfera, isto é:

$$E = 1031 \text{ W m}^{-2} \mu\text{m}^{-1} \times 0.91 = 938.21 \text{ W m}^{-2} \mu\text{m}^{-1}$$

A irradiância para a banda 5, cujo width será W m^{-2} é dada pelo produto de irradiância espectral pela amplitude de banda 5 ($0.88 : 0.85 \mu\text{m}$) = $0.03 \mu\text{m}$, isto é:

$$E = 938.21 \text{ W m}^{-2} \mu\text{m}^{-1} \times 0.03 \mu\text{m} = 28.1463 \text{ W m}^{-2}$$

note: reflexão da fusca nublada
satélites não de fundo

Exercício 6

$$L_3 = 90 \text{ W m}^{-2} \text{ m}^{-1} \mu\text{m}^{-1}$$

$$E_3 = 900 \text{ W m}^{-2} \mu\text{m}^{-1}$$

$$\tau_{\text{at}} = 0.91$$

$$L_3 = \rho_3 \frac{\tau_{\text{at}}}{\pi} \cdot \left\{ \tau_{\text{at}} \cdot E_{\text{SUN}} \cdot \cos \theta \right\} + L_{\text{percurso}}$$

$$\Leftrightarrow \rho_3 = \frac{(L_3 - L_{\text{percurso}}) \cdot \pi}{\tau_{\text{at}} \cdot E_{\text{SUN}}} \quad L_{\text{percurso}} = 0$$

$$\rho_3 = \frac{90 \cdot \pi}{0.91 \cdot 900} = 0.345$$

Nota: Como a banda considerada é muito estreita, é possível considerar que a radiação do percurso seja nula.

Capítulo Classificação Temática

Exo 6.1 Richards and Jia

$$m = \begin{bmatrix} 3.0 \\ 2.33 \end{bmatrix} \quad m = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k x_{ik}$$

$$\sum_x = \frac{1}{k-1} \cdot \sum_{i=1}^k (x_{ik} - m) \cdot (x_{ik} - m)^t \quad \text{Covariância das bandas}$$

x	$(x-m)$	$(x-m) \cdot (x-m)^t$
$\begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -2.0 \\ -0.33 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 4.0 & 0.66 \\ 0.66 & 0.11 \end{bmatrix}$
$\begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -1.0 \\ -1.33 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1.0 & 1.33 \\ 1.33 & 1.77 \end{bmatrix}$
\vdots		
\vdots		
$\begin{bmatrix} 2 \\ 4 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -1.0 \\ 1.67 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1.0 & -1.67 \\ -1.67 & 2.79 \end{bmatrix}$

Soma das matrizes

$$\sum_x = \begin{bmatrix} 2.4 & 0 \\ 0 & 1.87 \end{bmatrix}$$

A matriz correlação é calculada como $r_{ij} = c_{ij} / \sqrt{c_{ii} c_{jj}}$

ou seja: $r_{11} = 2.4 / \sqrt{2.4 \times 2.4} = 2.4 / 2.4 = 1.0$

$r_{12} = r_{21} = 0$

$r_{22} = 1.87 / \sqrt{1.87 \times 1.87} = 1.0$

$$R = \begin{bmatrix} 1.0 & 0 \\ 0 & 1.0 \end{bmatrix}$$

• Não há correlação entre as bandas

Exercice 6.2b)

$$m = \begin{bmatrix} 3.5 \\ 3.5 \end{bmatrix}$$

$$m = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k x_i$$

$$\sum_x = \frac{1}{k-1} \sum_{i=1}^k (x_i - m) \cdot (x_i - m)^t \quad \text{Covariance} \rightarrow \text{bands}$$

Pixel x	$(x - m)$	$(x - m)(x - m)^t$
$\begin{bmatrix} 2 \\ 2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -1.5 \\ -1.5 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 2.25 & 2.25 \\ 2.25 & 2.25 \end{bmatrix}$
$\begin{bmatrix} 2 \\ 3 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -1.5 \\ -0.5 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 2.25 & 0.75 \\ 0.75 & 0.25 \end{bmatrix}$
$\begin{bmatrix} 4 \\ 3 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0.5 \\ -0.5 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0.25 & -0.25 \\ -0.25 & 0.25 \end{bmatrix}$
$\begin{bmatrix} 3 \\ 4 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -0.5 \\ 0.5 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0.25 & -0.25 \\ -0.25 & 0.25 \end{bmatrix}$
$\begin{bmatrix} 5 \\ 4 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1.5 \\ 0.5 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 2.25 & 0.75 \\ 0.75 & 0.25 \end{bmatrix}$
$\begin{bmatrix} 5 \\ 5 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1.5 \\ 1.5 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 2.25 & 2.25 \\ 2.25 & 2.25 \end{bmatrix}$

$$\frac{1}{k-1} \cdot \sum_{i=1}^k (\downarrow) = \begin{bmatrix} 1.9 & 1.1 \\ 1.1 & 1.1 \end{bmatrix}$$

Covariance $R = \begin{bmatrix} 1 & 0.76 \\ 0.76 & 1 \end{bmatrix}$

A covariances entre bands
de 76%.

Exercício Máxima Verossimilhança
(pag 246, Richards and Fire)

Função discriminante: $g_i(x) = -\ln |\Sigma_i| - (x - m_i)^T \Sigma_i^{-1} (x - m_i)$
 $i = \text{classe}$

$x \in w_i$ se $g_i(x) > g_j(x) \forall j$

m_i e Σ_i são o valor médio e a covariância dos dados treino da classe w_i

Classe 1

$m = \begin{bmatrix} 12.5 \\ 11.3 \end{bmatrix}$

$\Sigma = \begin{bmatrix} 28.05 & 7.38 \\ 7.38 & 2.4 \end{bmatrix}$

$|\Sigma| = 14.29$

Classe 2

$m = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 4.9 \end{bmatrix}$

$\Sigma = \begin{bmatrix} 4.0 & 3.4 \\ 3.4 & 4.5 \end{bmatrix}$

$|\Sigma| = 6.34$

Classe 3

$m = \begin{bmatrix} 15.0 \\ 4.5 \end{bmatrix}$

$\Sigma = \begin{bmatrix} 9.1 & -0.1 \\ -0.1 & 6.5 \end{bmatrix}$

$|\Sigma| = 59.2$

Pixel (5, 9)

Classe 1: $g_1(5, 9) = -\ln(14.29) - \begin{bmatrix} 5 - 12.5 \\ 9 - 11.3 \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} 28.05 & 7.38 \\ 7.38 & 2.4 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 5.0 - 12.5 \\ 9.0 - 11.3 \end{bmatrix}$
 $= -2.66 - 2.21 = -4.87$

Classe 2: $g_2(5, 9) = -17.6$

Classe 3: $g_3(5, 9) = -18.0$

$g_1(5, 9) > g_2(5, 9) > g_3(5, 9)$

\Rightarrow o pixel (5, 9) pertence à classe 1

(4)

Pixel (9, 8)

$$g_1(9, 8) = -14.196$$

$$g_2(9, 8) = -4.262$$

$$g_3(9, 8) = -9.83$$

$$g_2(9, 8) > g_3(9, 8) > g_1(9, 8)$$

\therefore Pixel(9, 8) \in classe 2

Pixel (15, 9)

$$g_1(15, 9) = -20$$

$$g_2(15, 9) = -30$$

$$g_3(15, 9) = -7.1$$

$$g_3(15, 9) > g_1(15, 9) > g_2(15, 9)$$

\therefore Pixel(15, 9) \in classe 3

5

Exercício Distância Mínima

(Pag 246, Richards and Jre)

$$\text{Pixel } (5,9) \quad (x-m)^t \cdot (x-m) = \begin{bmatrix} 5-12.5 \\ 9-11.3 \end{bmatrix}^t \begin{bmatrix} 5-12.5 \\ 9-11.3 \end{bmatrix} = [-7.5 \quad -2.3] \begin{bmatrix} -7.5 \\ -2.3 \end{bmatrix} = 61.54$$

$$d_2^2 = 17.8$$

$$d_3^2 = 120$$

$\therefore \in \text{classe 2}$

$$\text{Pixel } (9,8) \quad d_1^2 = 23.14$$

$$d_2^2 = 18.61$$

$$d_3^2 = 48.2$$

$\therefore \in \text{classe 2}$

$$\text{Pixel } (15,9) \quad d_1^2 = 11.5$$

$$d_2^2 = 97.81$$

$$d_3^2 = 20.25$$

$\therefore \in \text{classe 1}$

