

# Herramientas de Teledetección Cuantitativa

Geometría espectral

Francisco Nemiña

Unidad de Educación y Formación Masiva  
Comisión Nacional de Actividades Espaciales

19 de abril de 2017



# Esquema de presentación

Escenas del capítulo anterior

Espacio espectral

Operaciones

Rotaciones

Componentes principales

Transformada tasseled-cap

Práctica



# La vez pasada vimos

- ▶ Que a partir de esto podíamos definir la  $\rho_\lambda$  la firma espectral como una característica de cada cuerpo.
- ▶ Definimos 3 tipos de firmas espectrales *patrón* y como se comportaba cada una.
- ▶ Que es importante corregir a las imágenes atmosféricamente para obtener el valor de reflectancia del píxel.
- ▶ Que podemos definir índices a partir de hacer operaciones entre los valores de los píxeles como si fueran números.
- ▶ Que los índices pueden relacionarse con variables en el terreno.
- ▶ Que podemos entender los índices como mediciones en el espacio espectral.



# Esquema de presentación

Escenas del capítulo anterior

Espacio espectral

Operaciones

Rotaciones

Componentes principales

Transformada tasseled-cap

Práctica



Cada píxel va a tener asociados distintos valores de brillo, uno por banda de adquisición.

## Definición

Hablamos de un vector píxel al vector construido como

$$p = (\rho_1, \dots, \rho_N) \quad (1)$$



## Operaciones como vectores

Podemos:

- ▶ Sumar
- ▶ Multiplicar por un número.
- ▶ *Multiplicar*



## Definición

Para sumar vectores y multiplicar por un número

$$p + \lambda q = (\rho_1 + \lambda \nu_1, \dots, \rho_N + \lambda \nu_N) \quad (2)$$



## Definición

Podemos escribir a un vector

$$p = \rho_1(1, \dots, 0) + \dots + \rho_N(0, \dots, 1) = \rho_1 e_1 + \dots + \rho_N e_N \quad (3)$$

donde los vectores  $B = \{e_i, i \in 0, \dots, N\}$  son la base del espacio espectral





## Observación

Cambiando la base cambia la representación escrita del vector pero no el vector.

:

## Ejemplo

Tomemos

$$p = (0,4, 0,03) \quad (4)$$

en la base  $B = \{(1,0), (0,1)\}$ . Si ahora tomamos la base  $B = \{(1,1), (1,-1)\}$  lo reescribiremos como

$$p = (0,215, 0,185) \quad (5)$$



## Observación

Las rotaciones y cambios de escala los podemos pensar como operaciones entre vectores.

:



## Definición:

Las matrices se pueden pensar como transformaciones que convierten a un vector en otro.

$$w = Av \quad (6)$$

## Propiedad

Como las transformaciones que utilizaremos son lineales, con sólo definirlas en unos pocos valores alcanza. Elegir bien los vectores para definir la transformación es útil.



# Ejemplo

Empecemos con un ejemplo para una imagen de dos bandas

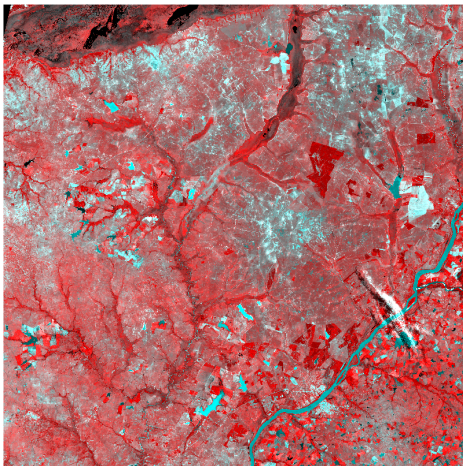


Imagen de dos bandas.



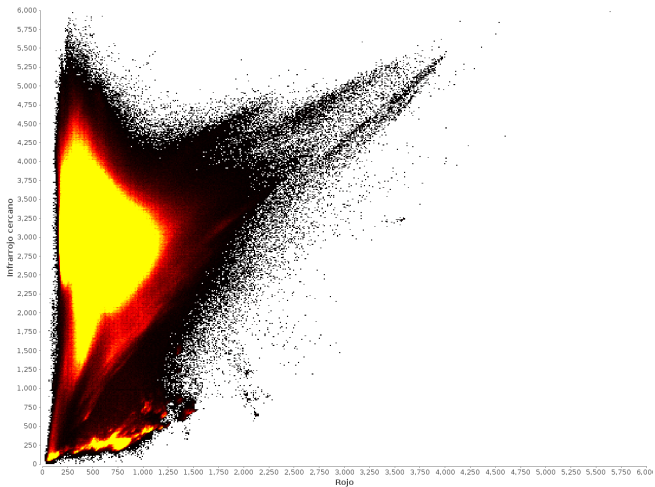


Imagen de dos bandas en el espacio vectorial.



## Transformación

Una combinación obvia es

$$\rho_d = 0,5\rho_n - 0,5\rho_r$$

y

$$\rho_s = 0,5\rho_n + 0,5\rho_r$$



# Esquema de presentación

Escenas del capítulo anterior

Espacio espectral

Operaciones

Rotaciones

Componentes principales

Transformada tasseled-cap

Práctica



# Componentes principales

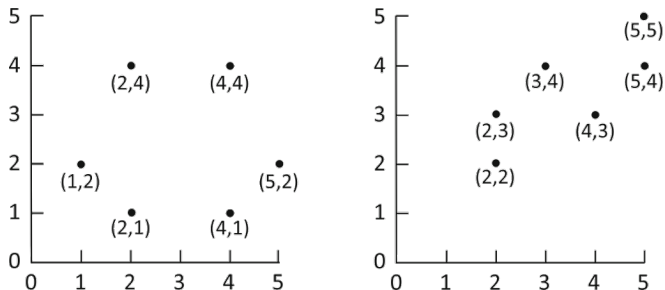
## Idea

Queremos ver si un set bandas está correlacionadas o no.





# Componentes principales



Datos correlacionados y no correlacionados<sup>1</sup>

<sup>1</sup>John A Richards. *Remote Sensing Digital Image Analysis*. Springer, 2013.



## Matriz de correlación

Tiene en sus componentes las funciones de correlación entre cada banda

$$A = \begin{bmatrix} corr_{11} & corr_{12} & corr_{13} & \cdots & corr_{1n} \\ corr_{21} & corr_{22} & corr_{23} & \cdots & corr_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ corr_{n1} & corr_{n2} & corr_{n3} & \cdots & corr_{nn} \end{bmatrix}$$



## Observaciones

Queremos que la correlación cruzada entre bandas sea cero.  
Matemáticamente lo pedimos como

$$Av = \lambda v$$

Y nos quedamos como vectores útiles a los que cumplan esto.



## Matriz de correlación

La forma de la matriz va a depender de las combinaciones lineal que haga entre los vectores

$$\begin{bmatrix} \lambda_1 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \lambda_2 & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & \lambda_n \end{bmatrix}$$

donde son los autovectores

$$\lambda_1 > \lambda_2 > \cdots > \lambda_n$$



## Observaciones

- ▶  $\frac{\lambda_i}{\sum_i \lambda_i}$  me habla de cuanto me explica ese vector sobre la variabilidad de la imagen
- ▶  $(v_1, \dots, v_n)$  el autovector que me representa la combinación de bandas de un autovalor dado.
- ▶ Estas combinación lineal de bandas tienen la información más relevante.



## Ejemplo

Volviendo al ejemplo de antes

$$\begin{bmatrix} 1 & 0,329127 \\ 0,329127 & 1 \end{bmatrix}$$



## Ejemplo

Al diagonalizar me queda

$$\begin{bmatrix} 1,343685 & 0 \\ 0 & 0,656315 \end{bmatrix}$$

con autovectores

$$0,707107 \rho_n - 0,707107 \rho_r$$

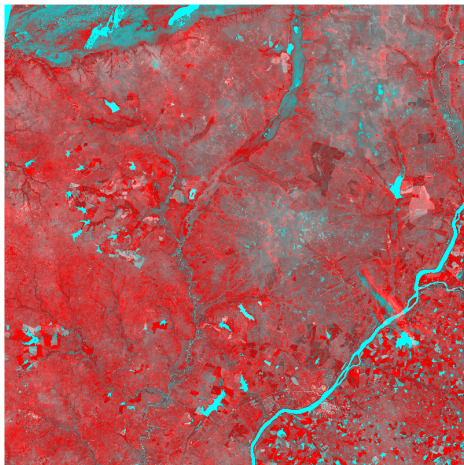
y

$$0,707107 \rho_n + 0,707107 \rho_r$$

Acá el primer vector explica el 67 % de la variabilidad de la imagen y el segundo del 33 %.



# Componentes principales

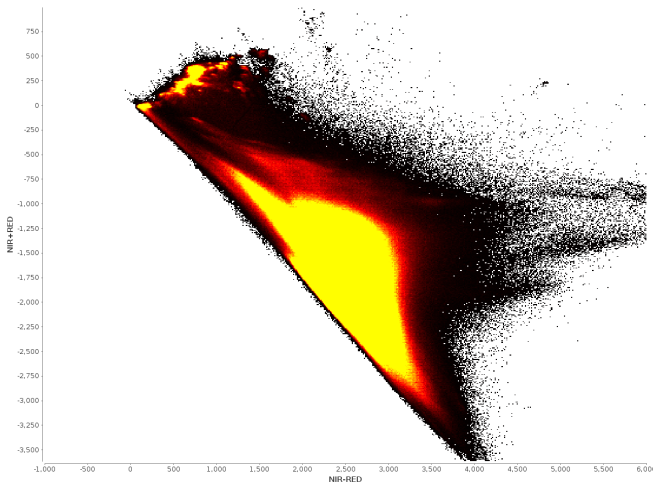


Ejemplo con las bandas nir-rojo en la imagen.





# Componentes principales



Ejemplo con las bandas nir-rojo en el espacio vectorial.



# Esquema de presentación

Escenas del capítulo anterior

Espacio espectral

Operaciones

Rotaciones

Componentes principales

Transformada tasseled-cap

Práctica



# Transformada tasseled-cap

## Utilidad

La utilidad de esto no suele ser con dos bandas, si no con muchas más.

## Problema

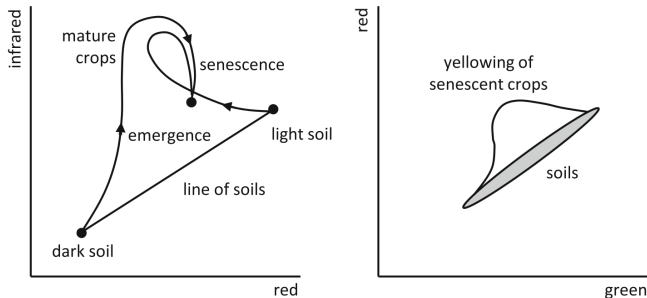
Acá es mas fácil darse cuenta que brinda mas información, el tema es interpretar esa información.

## Idea

Encontrar alguna transformación que me permita descartar bandas pero que tengan relación con distintos comportamientos biofísicos.



# Transformada tasseled-cap



Movimiento asociado al comportamiento fenológico de un píxel de vegetación en el espacio vectorial.<sup>2</sup>

<sup>2</sup>John A Richards. *Remote Sensing Digital Image Analysis*. Springer, 2013.



# Transformada tasseled-cap

Combinación	Azul	Verde	Rojo	nir	swir 1	swir 2
Brillo	0.30	0.27	0.47	0.55	0.50	0.18
Verdor	-0.29	-0.24	-0.54	0.72	0.07	-0.16
Humedad	0.15	0.19	0.32	0.34	-0.71	-0.45

Transformada tasseled-cap para landsat 8<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup>Muhammad Hasan Ali Baig y col. "Derivation of a tasseled cap transformation based on Landsat 8 at-satellite reflectance". En: *Remote Sensing Letters* 5.5 (2014), págs. 423-431.



# Transformada tasseled-cap

## Idea

Todo esto logra hacer que el número de bandas que utilizo sea menor que el número de bandas inicial



# Esquema de presentación

Escenas del capítulo anterior

Espacio espectral

Operaciones

Rotaciones

Componentes principales

Transformada tasseled-cap

Práctica



## Actividades prácticas de la cuarta clase

1. Calcular la transformada por componentes principales y tasseled-cap sobre la imagen Landsat 8.
2. Calcular la transformada por componentes principales sobre un apilado de imágenes Landsat 8.
3. Graficar la variación del EVI a lo largo del año.
4. Calcular la transformada por componentes principales al apilado de imágenes EVI.

