

Herramientas de Teledetección Cuantitativa

Un ábaco espectral

Francisco Nemiña

Unidad de Educación y Formación Masiva
Comisión Nacional de Actividades Espaciales

10 de mayo de 2017



Esquema de presentación

Escenas del capítulo anterior

Espacio espectral

Índices

Variables biofísicas

Práctica



La vez pasada vimos

- ▶ Que a partir de esto podíamos definir la ρ_λ 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 hay distintos métodos para hacer esta corrección.



La vez pasada vimos

- ▶ Que a partir de esto podíamos definir la ρ_λ 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 hay distintos métodos para hacer esta corrección.



La vez pasada vimos

- ▶ Que a partir de esto podíamos definir la ρ_λ 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 hay distintos métodos para hacer esta corrección.



La vez pasada vimos

- ▶ Que a partir de esto podíamos definir la ρ_λ 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 hay distintos métodos para hacer esta corrección.



Esquema de presentación

Escenas del capítulo anterior

Espacio espectral

Índices

Variables biofísicas

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

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



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

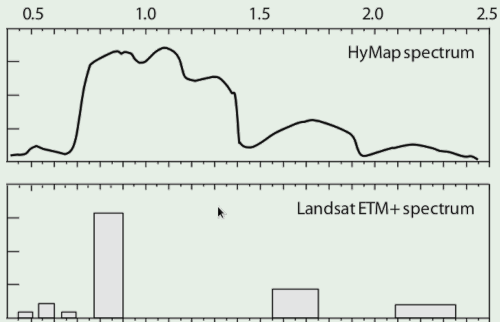
Definición

Hablamos de un vector píxel al vector construido como

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

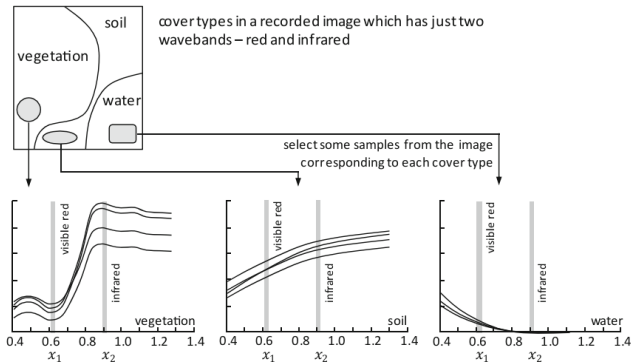


Ejemplo



Espacio espectral

Veamos mas en detalle como se ubican los píxeles en el espacio espectral.



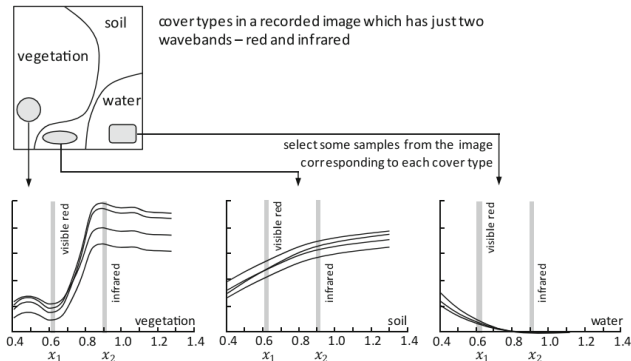
Tres firmas espectrales.¹

¹John A Richards. *Remote Sensing Digital Image Analysis*. Springer, 2013.



Espacio espectral

Veamos mas en detalle como se ubican los píxeles en el espacio espectral.

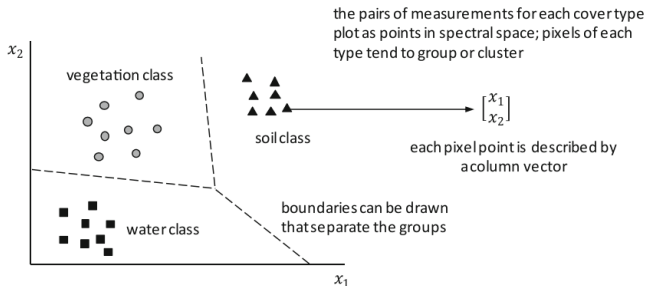


Tres firmas espectrales.¹

¹John A Richards. *Remote Sensing Digital Image Analysis*. Springer, 2013.



Espacio espectral



Espacio espectral con 3 componentes y dos bandas.²

²John A Richards. *Remote Sensing Digital Image Analysis*. Springer, 2013.



Operaciones como vectores

Podemos:

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



Operaciones como vectores

Podemos:

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



Operaciones como vectores

Podemos:

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



Operaciones como vectores

Podemos:

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



Operaciones como escalaremos

Hoy vamos a pensar a las componentes como escalares. Podemos:

- ▶ Sumar
- ▶ Restar
- ▶ Dividir
- ▶ Otros



Operaciones como escalaremos

Hoy vamos a pensar a las componentes como escalares. Podemos:

- ▶ Sumar
- ▶ Restar
- ▶ Dividir
- ▶ Otros



Operaciones como escalaremos

Hoy vamos a pensar a las componentes como escalares. Podemos:

- ▶ Sumar
- ▶ Restar
- ▶ Dividir
- ▶ Otros



Operaciones como escalaremos

Hoy vamos a pensar a las componentes como escalares. Podemos:

- ▶ Sumar
- ▶ Restar
- ▶ Dividir
- ▶ Otros



Esquema de presentación

Escenas del capítulo anterior

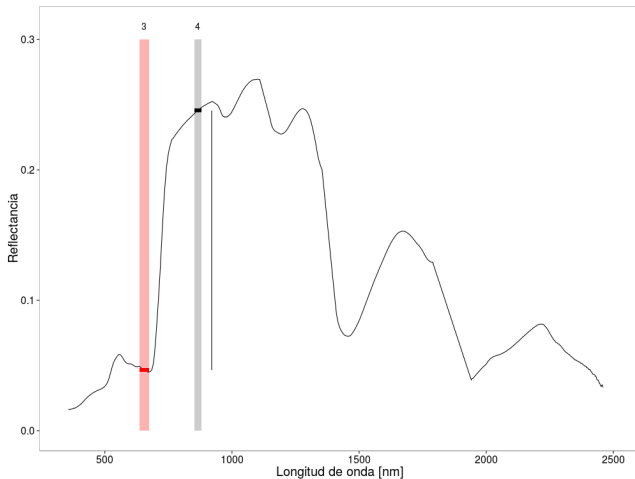
Espacio espectral

Índices

Variables biofísicas

Práctica





Salto de reflectancia entre la región entre el rojo y el infrarrojo cercano.³

³Roger Nelson Clark y col. *USGS digital spectral library splib06a*. 2007.



Normalized Difference Vegetation Index

Definición

$$NDVI = \frac{\rho_n - \rho_r}{\rho_n + \rho_r} \quad (2)$$

Observación

- ▶ La reflectancia del suelo lo puede afectar.
- ▶ Satura cuando el canopeo es muy denso.



Normalized Difference Vegetation Index

Definición

$$NDVI = \frac{\rho_n - \rho_r}{\rho_n + \rho_r} \quad (2)$$

Observación

- ▶ La reflectancia del suelo lo puede afectar.
- ▶ Satura cuando el canopeo es muy denso.



Normalized Difference Vegetation Index

Definición

$$NDVI = \frac{\rho_n - \rho_r}{\rho_n + \rho_r} \quad (2)$$

Observación

- ▶ La reflectancia del suelo lo puede afectar.
- ▶ Satura cuando el canopeo es muy denso.



Simple Ratio

Definición

$$SR = \frac{\rho_n}{\rho_r} \quad (3)$$

Observación:

- ▶ Satura al igual que el NDVI.
- ▶ Puede mejorar el contraste con vegetación muy densa
- ▶ Reduce su efectividad cuando varía la reflectancia del suelo.



Simple Ratio

Definición

$$SR = \frac{\rho_n}{\rho_r} \quad (3)$$

Observación:

- ▶ Satura al igual que el NDVI.
- ▶ Puede mejorar el contraste con vegetación muy densa
- ▶ Reduce su efectividad cuando varía la reflectancia del suelo.



Simple Ratio

Definición

$$SR = \frac{\rho_n}{\rho_r} \quad (3)$$

Observación:

- ▶ Satura al igual que el NDVI.
- ▶ Puede mejorar el contraste con vegetación muy densa
- ▶ Reduce su efectividad cuando varía la reflectancia del suelo.



Simple Ratio

Definición

$$SR = \frac{\rho_n}{\rho_r} \quad (3)$$

Observación:

- ▶ Satura al igual que el NDVI.
- ▶ Puede mejorar el contraste con vegetación muy densa
- ▶ Reduce su efectividad cuando varía la reflectancia del suelo.



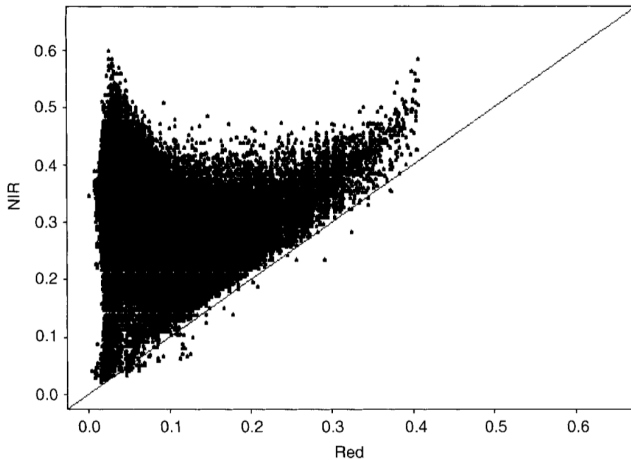
Observación

Se relaciona con el anterior como

$$NDVI = \frac{\rho_n / \rho_r - 1}{\rho_n / \rho_r + 1}$$



Linea de suelo



Scatterplot red-nir en el espacio espectral.⁴

⁴Shunlin Liang. *Quantitative remote sensing of land surfaces*. Vol. 30. John Wiley & Sons, 2005.



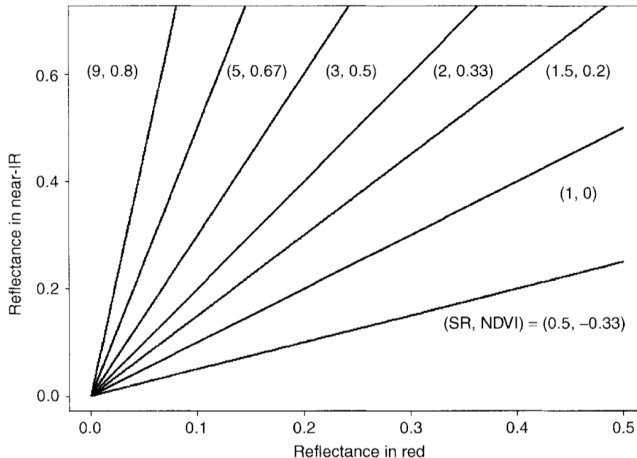
Definición

Hablaremos de linea de suelo a la linea en un gráfico red-nir que toca por debajo al triangulo de vegetación. Sobre ella:

$$\rho_n = \gamma \times \rho_r + b \quad (4)$$



Linea de suelo



Distintas pendientes para la linea de suelo.⁵

⁵Shunlin Liang. *Quantitative remote sensing of land surfaces*. Vol. 30. John Wiley & Sons, 2005.



Observación

Veamos tres índices que apuntan a reducir los efectos de la línea del suelo sobre el índice de vegetación.



Definición:

$$SAVI = \frac{\rho_n - \rho_r}{\rho_n + \rho_r + L}(1 + L) \quad (5)$$

Observación

- ▶ Suele ajustar mejor a las variaciones de reflectancia del suelo.
- ▶ Es difícil conocer el valor de L a priori.



Definición:

$$SAVI = \frac{\rho_n - \rho_r}{\rho_n + \rho_r + L}(1 + L) \quad (5)$$

Observación

- ▶ Suele ajustar mejor a las variaciones de reflectancia del suelo.
- ▶ Es difícil conocer el valor de L a priori.



Definición:

$$SAVI = \frac{\rho_n - \rho_r}{\rho_n + \rho_r + L}(1 + L) \quad (5)$$

Observación

- ▶ Suele ajustar mejor a las variaciones de reflectancia del suelo.
- ▶ Es difícil conocer el valor de L a priori.



Existen distintas corrientes sobre como calcular el valor de L

$$L = 0,5 \quad (6)$$

$$L = 1 - 2aNDVI \times WDWI \quad (7)$$

donde $a \sim 1,6$

$$WDWI = \rho_n - \gamma\rho_r \quad (8)$$



Existen distintas corrientes sobre como calcular el valor de L

$$L = 0,5 \quad (6)$$

$$L = 1 - 2aNDVI \times WDMI \quad (7)$$

donde $a \sim 1,6$

$$WDMI = \rho_n - \gamma\rho_r \quad (8)$$



Existen distintas corrientes sobre como calcular el valor de L

$$L = 0,5 \quad (6)$$

$$L = 1 - 2aNDVI \times WDWI \quad (7)$$

donde $a \sim 1,6$

$$WDWI = \rho_n - \gamma\rho_r \quad (8)$$



Definición

$$tSAVI = \frac{\gamma(\rho_n - \gamma\rho_r - b)}{\gamma\rho_n + \rho_r + \gamma b + X(1 + \gamma^2)} \quad (9)$$

donde $X \sim 0,08$.

Observsubsectionación

- ▶ Compensa algunas variaciones en la reflectancia del suelo.
- ▶ Comienza variaciones en la densidad del canopeo.
- ▶ Comienza variaciones por el ángulo solar.
- ▶ Comienza variaciones por el cambio en la distribución angular del canopeo.



Definición

$$tSAVI = \frac{\gamma(\rho_n - \gamma\rho_r - b)}{\gamma\rho_n + \rho_r + \gamma b + X(1 + \gamma^2)} \quad (9)$$

donde $X \sim 0,08$.

Observsubsectionación

- ▶ Compensa algunas variaciones en la reflectancia del suelo.
- ▶ Comienza variaciones en la densidad del canopy.
- ▶ Comienza variaciones por el ángulo solar.
- ▶ Comienza variaciones por el cambio en la distribución angular del canopy.



Definición

$$tSAVI = \frac{\gamma(\rho_n - \gamma\rho_r - b)}{\gamma\rho_n + \rho_r + \gamma b + X(1 + \gamma^2)} \quad (9)$$

donde $X \sim 0,08$.

Observsubsectionación

- ▶ Compensa algunas variaciones en la reflectancia del suelo.
- ▶ Comienza variaciones en la densidad del canopeo.
- ▶ Comienza variaciones por el ángulo solar.
- ▶ Comienza variaciones por el cambio en la distribución angular del canopeo.



Definición

$$tSAVI = \frac{\gamma(\rho_n - \gamma\rho_r - b)}{\gamma\rho_n + \rho_r + \gamma b + X(1 + \gamma^2)} \quad (9)$$

donde $X \sim 0,08$.

Observsubsectionación

- ▶ Compensa algunas variaciones en la reflectancia del suelo.
- ▶ Comienza variaciones en la densidad del canopeo.
- ▶ Comienza variaciones por el ángulo solar.
- ▶ Comienza variaciones por el cambio en la distribución angular del canopeo.



Definición

$$tSAVI = \frac{\gamma(\rho_n - \gamma\rho_r - b)}{\gamma\rho_n + \rho_r + \gamma b + X(1 + \gamma^2)} \quad (9)$$

donde $X \sim 0,08$.

Observsubseccionación

- ▶ Compensa algunas variaciones en la reflectancia del suelo.
- ▶ Comienza variaciones en la densidad del canopy.
- ▶ Comienza variaciones por el ángulo solar.
- ▶ Comienza variaciones por el cambio en la distribución angular del canopy.



Definición

$$PVI = \frac{\rho_n - \gamma\rho_r - b}{\sqrt{\gamma^2 + 1}} \quad (10)$$

Observación

- Compensa mejor variaciones en la reflectancia del suelo cuando el canopeo es poco denso.



Definición

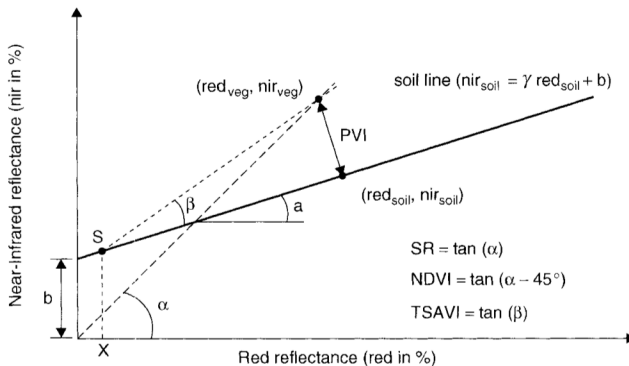
$$PVI = \frac{\rho_n - \gamma\rho_r - b}{\sqrt{\gamma^2 + 1}} \quad (10)$$

Observación

- Compensa mejor variaciones en la reflectancia del suelo cuando el canopeo es poco denso.



Volviendo al espacio espectral



Interpretación de los índices en el espacio espectral.⁶

⁶Shunlin Liang. *Quantitative remote sensing of land surfaces*. Vol. 30. John Wiley & Sons, 2005.



Definición

$$EVI = G \frac{\rho_n - \rho_r}{\rho_n + C_1 \rho_r - C_2 \rho_b + L} (1 + L) \quad (11)$$

donde

- ▶ $G \sim 2,5$
- ▶ $C_1 \sim 6,0$
- ▶ $C_2 \sim 7,5$
- ▶ $L \sim 1,0$



Esquema de presentación

Escenas del capítulo anterior

Espacio espectral

Índices

Variables biofísicas

Práctica



En general hablaremos de índices de Vegetación (VI).

Observación

Si tengo una variable y

$$y = \sum_i a_i VI^i \quad (12)$$

$$y = a + b \times VI^c \quad (13)$$

$$y = a \log(b - VI) + c \quad (14)$$



En general hablaremos de índices de Vegetación (VI).

Observación

Si tengo una variable y

$$y = \sum_i a_i VI^i \quad (12)$$

$$y = a + b \times VI^c \quad (13)$$

$$y = a \log(b - VI) + c \quad (14)$$



En general hablaremos de índices de Vegetación (VI).

Observación

Si tengo una variable y

$$y = \sum_i a_i VI^i \quad (12)$$

$$y = a + b \times VI^c \quad (13)$$

$$y = a \log(b - VI) + c \quad (14)$$



Estudiemos dos variables biofísicas

- ▶ $F_g \sim$ fracción del suelo cubierto por vegetación
- ▶ Biomasa húmeda



Estudiemos dos variables biofísicas

- ▶ $F_g \sim$ fracción del suelo cubierto por vegetación
- ▶ Biomasa húmeda



Observación

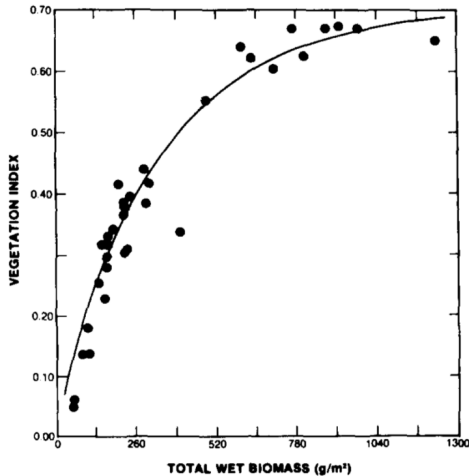
La relación entre cada variable biofísica y el índice debe calcularse a partir de mediciones en el terreno.





Fracción de suelo cubierta entre 0 y 1 en un mapa de colores. Cortes en 0,04 y 0,52

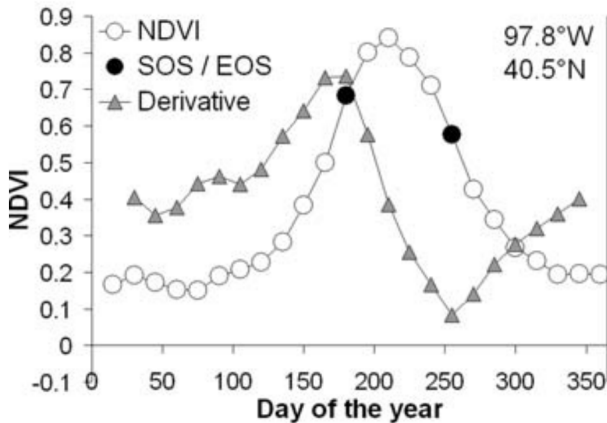




NDVI vs cantidad de biomasa húmeda.⁷

⁷Compton J Tucker. "Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation". En: *Remote sensing of Environment* 8.2 (1979), págs. 127-150.





Variación del NDVI en función de la época del año.⁸

⁸Kirsten M de Beurs y Geoffrey M Henebry. "Spatio-temporal statistical methods for modelling land surface phenology". En: (2010), págs. 177-208.



Esquema de presentación

Escenas del capítulo anterior

Espacio espectral

Índices

Variables biofísicas

Práctica



Actividades prácticas de la tercer clase

1. Calcular el índice de vegetación para las imágenes de febrero y agosto.
2. Visualizar las imágenes en distintas combinaciones de bandas.
3. Estimar el valor de LAI a partir de los datos de campo.

