

CASSA. Herramienta informática para la depuración de áreas de entrenamiento seleccionadas en una imagen.

M. Estíbaliz Martínez, Agueda Arquero y Daniel Andrés Miranda

Dep. de Arquitectura y Tecnología de Sistemas Informáticos, Facultad de Informática. Universidad Politécnica de Madrid. Campus de Montegancedo. 28660 Boadilla del Monte. Madrid.
E_mail: emartinez@fi.upm.es; arquero@fi.upm.es; chelo@fi.upm.es;

Resumen

En este trabajo se presenta la herramienta informática CASSA (Computed Application for Spectral Signatures Analysis), diseñada y desarrollada por el Grupo de Teledetección de la F. de Informática (UPM). Esta herramienta permite analizar la respuesta espectral que presentan los píxeles contenidos en áreas de entrenamiento previamente seleccionadas, proporcionando información necesaria para poder cualificarlas y cuantificarlas. CASSA implementa un algoritmo basado en el *MAX-MIN* [2] y estudios de homogeneidad, para obtener agrupaciones de píxeles de similar respuesta espectral; y adicionalmente, presenta una visualización de la disposición espacial de dichos datos. Un análisis de la información obtenida a partir de los agrupamientos espectrales conducirá a la posible reconsideración de las áreas elegidas inicialmente. La herramienta ha sido evaluada mediante el análisis de varios conjuntos de áreas de entrenamiento de diferentes escenas Landsat-ETM+, pertenecientes a la Comunidad Autónoma de Madrid, para su posterior utilización en un proceso de clasificación supervisado.

1. Introducción

En la clasificación supervisada de imágenes multibanda remotamente detectadas, la tarea de selección de áreas de entrenamiento es crítica para la optimización del resultado final de dicho proceso. Esta tarea se ve notablemente facilitada mediante el uso de diagramas espectrales 2D de dispersión de sus bandas [1]. Aún cuando, las áreas obtenidas a partir de dichos diagramas, suelen presentar un elevado grado de homogeneidad, en algunos casos, dichas áreas contienen píxeles que pueden ser agrupados espectralmente en varias subclases, susceptibles de una separación espectral y/o espacial. Hay que tener en cuenta que *a priori* dichas subclases pueden no ser detectadas por el operador que ha seleccionado las áreas, aún cuando sea un experto en la tarea. Adicionalmente a este

hecho, en ocasiones, aparecen píxeles aislados de una subclase espectral, incluidos espacialmente dentro de otra subclase y que presentan difícil separación espacial. Todos estos aspectos, deben ser tenidos en cuenta para la reconsideración de las áreas inicialmente seleccionadas y de su etiquetado final.

En este trabajo se presenta una aplicación informática denominada CASSA (*Computed Application for Spectral Signatures Analysis*), software que automatiza el análisis y reconsideración espacial de las áreas de entrenamiento inicialmente seleccionadas, mejorando los resultados finales obtenidos en el proceso de clasificación. Este análisis consiste básicamente, en el estudio de la homogeneidad por banda, de las áreas de entrenamiento y en la posterior discriminación de distintas subclases espectrales mediante agrupamiento no supervisado de sus píxeles, atendiendo a la banda menos homogénea. Dicha aplicación implementa una optimización del algoritmo *MAX-MIN* [2] basada en un estudio de homogeneidad en las bandas espectrales, evaluando el valor del coeficiente de variación (C. V.) obtenido a partir de la razón entre la desviación típica y la media (σ/m), y que no debe superar el valor de 0,1 para considerar una respuesta homogénea en cada banda [3].

La herramienta funciona en un entorno gráfico, pudiendo ser incorporada con facilidad a un entorno web. Además proporciona información espectral sobre píxeles de elevada homogeneidad que pueden ser posteriormente almacenados como *endmembers* en una librería espectral.

2. Metodología de desarrollo de CASSA

La metodología utilizada para el desarrollo de este proyecto ha seguido el sistema UML (Unified Modeling Language), que es un lenguaje que permite modelar, construir y documentar los elementos que forman un sistema software orientado a objetos. La definición de requisitos se ha realizado utilizando los estándares de la Agencia Espacial

Europea (ESA) PSS-05-0. El desarrollo de la herramienta CASSA incluye las siguientes fases: definición de requerimientos de usuario, diseño de alto nivel, diseño de bajo nivel e implementación.

2.1. Requerimientos de usuario

La aplicación debe ofrecer la posibilidad de:

- Visualización de imágenes a partir de los ficheros de formato texto.
- Extracción de información a partir del fichero que contiene las áreas de entrenamiento sobre el que se realizarán las distintas operaciones.
- Obtención a partir de un píxel dado, de las firmas espectrales de los píxeles vecinos.
- Exportación de las firmas espectrales de un área de entrenamiento a un fichero de texto en el que aparecerán la posición de los píxeles y sus valores digitales en las distintas bandas.
- Cálculo de las estadísticas de un área de entrenamiento seleccionada.
- Visualización de los histogramas de todas las bandas de un área de entrenamiento.
- Agrupamiento de las subclases que aparecen en un área de entrenamiento a partir de las firmas espectrales de sus píxeles.
- Etiquetado de las clases obtenidas.
- Interfaz con el usuario, de tipo gráfico.
- Incorporación a un entorno web.

Según los requerimientos indicados se ha implementado la herramienta CASSA y en la Figura 1 se muestra su ventana *Principal*.

3. Metodología de evaluación de CASSA

Para la evaluación se han seleccionado 4 subescenas correspondientes a la escena 201/32 obtenida desde el sensor Landsat-ETM+, registradas en diferentes fechas; correspondientes a la zona geográfica que abarca gran parte de la Comunidad de Madrid y parte de la provincia de Toledo.

3.1. Etapas de evaluación

El procedimiento de evaluación ha seguido las siguientes etapas:

- Generación de tablas con los valores de la media y la desviación típica de las firmas espectrales de todos los píxeles que forman parte de las áreas de entrenamiento seleccionadas.
- Representación gráfica de las firmas espectrales medias de las áreas de entrenamiento. Realización de un análisis exhaustivo de los resultados obtenidos.
- Aplicación de CASSA a cada área de entrenamiento para obtener las subclases correspondientes.
- Generación de tablas con los valores de la media y la desviación típica de las firmas espectrales de todos los píxeles que forman parte de las subclases de las áreas de entrenamiento.
- Representación gráfica de las firmas medias de las subclases obtenidas en la agrupación no supervisada.
- Visualización en la imagen, de la localización espacial de los píxeles de las subclases.
- Realización de un análisis exhaustivo de los resultados obtenidos.

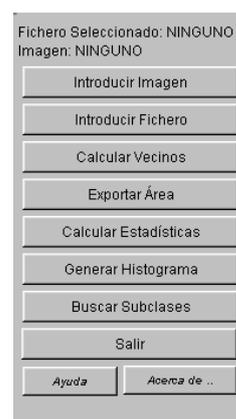


Figura 1: Marco Principal de CASSA

4. Resultados de la evaluación

La escena de la que se expondrán los resultados corresponde a una imagen ETM+ de 457x457 píxeles, registrada el 20 de Agosto de 1999, en el

entorno del Embalse de Santillana y el municipio de Colmenar Viejo en la Comunidad de Madrid.

La escena temática se corresponde con partes de las unidades de paisaje integrado [4] de la Comunidad de Madrid denominadas U15 (Depresiones de Manzanares – Cerceda - Los Molinos), U6 (Rampa de San Pedro) y U17 (Rampa de la Sierra del Hoyo). La depresión de Manzanares se reduce casi al ámbito del embalse de Santillana, se estrecha hacia el oeste uniéndose con la de Cerceda a través del río Samburriel. El uso del suelo está dominado por prados y pastizales, fresnedas, rebollares y bosque mediterráneo, en pequeñas y medianas fincas, generalmente privadas, el parcelado aparece localmente muy fragmentado, con profusión de cercas de piedra y seto vivo. Los suelos húmedos favorecen el rebollo y el fresno en áreas que por su altura corresponden al piso de la encina.

Las clases temáticas que han sido identificadas mediante supervisión de campo, se han etiquetado como: *agua*, *caduco* (vegetación caduca), *mbajo* (donde se incluyen encinares mas o menos densos con enebros y matorrales principalmente de jara), *pinar*, *suelc* (suelo desnudo), *sosc* (suelo mas oscuro), *urbano* (localidades de Colmenar Viejo y Manzanares el Real), *suelsur* (suelo cercano a los centros urbanos), *smix* (suelo con algo de vegetación) y *vmix* (vegetación con gran participación del suelo). Correspondiendo con todas estas clases se han seleccionado las áreas de entrenamiento en la imagen original que se introducen para su evaluación en la herramienta CASSA.

A continuación se muestra como ejemplo el análisis realizado para las clases temáticas *caduco*, y *smix*.

4.1. Clase *caduco*.

En la Tabla 1, se han recogido los valores de la desviación típica y del coeficiente de variación de las áreas de entrenamiento de la clase *caduco*.

En la Tabla 1, se puede observar que el C. V. supera el valor de 0.1 para las bandas ETM 2, 3, 5 y 7. Sin embargo la desviación típica mayor se presenta en ETM5, lo que permite seleccionar esta banda como la indicada para una buena discriminación de subclases. Estas subclases obtenidas presentan unos intervalos de confianza de [81, 153] y [160, 184]; y puesto que estos intervalos no se solapan, se obtiene como resultado final dos subclases cuya firma espectral media se muestra en la Figura 2 y su localización geográfica en la Figura 3.

Como se puede observar en la Figura 4 los perfiles espectrales de las subclases corresponden a una cobertura vegetal poco densa (subclase1) que después de la supervisión de campo, se confirma como una *fresneda*; y a una cobertura de suelo (subclase2) correspondiente a las zonas de suelo adyacente desnudo.

Tabla 1: *Desviación Típica y Coeficiente de variación para clase caduco*

Banda	Desv. Típica (σ)	C. V. (σ/m)
ETM1	6.11	0.078
ETM2	7.68	0.170
ETM3	14.37	0.200
ETM4	7.69	0.066
ETM5	23.38	0.190
ETM7	19.24	0.250

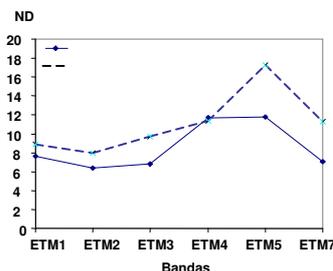


Figura 2: *Firmas espectrales medias de las subclases de caduco.*

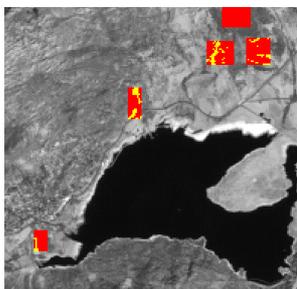


Figura 3: *Detalle de la separación de subclases de caduco. La subclase1 en color rojo (oscuro) y la subclase2 en color amarillo (claro).*

4.2. Clase *vmix*

En la Tabla 2, se han recogido los valores de la desviación típica y del coeficiente de variación de las áreas de entrenamiento de la clase *vmix*.

Tabla 2: Desviación Típica y C. V. para la clase *vmix*

Banda	Desv. Típica (σ)	C. V. (σ/m)
ETM1	5.52	0.059
ETM2	7.02	0.084
ETM3	11.60	0.110
ETM4	8.84	0.083
ETM5	17.40	0.100
ETM7	14.78	0.130

Se puede observar (Tabla 2) que el C. V. supera el valor de 0.1 para las bandas ETM 3, 5 y 7. Sin embargo la desviación típica mayor se presenta en ETM5, lo que permite seleccionar esta banda como la indicada para una buena discriminación de subclases.

Estas subclases obtenidas presentan unos intervalos de confianza de [143, 195] y [92, 128], no solapados, por lo que CASSA discrimina dos subclases, cuya firma espectral media se muestra en la Figura 5 y su localización geográfica en la Figura 6. Los perfiles espectrales (Figura 5) de las subclases obtenidas son característicos de un *encinar* con mezcla de *matorral*, vegetación arbolada típica de bosque mediterráneo (subclase2); y una cobertura de suelo desnudo (subclase1).

5. Conclusiones

Se ha diseñado, siguiendo los estándares actuales, una herramienta informática denominada *Computed Application for Spectral Signatures Analysis* (CASSA), que permite la discriminación de subclases, a partir de las firmas espectrales de los píxeles de áreas de entrenamiento, seleccionadas en una imagen multiespectral Landsat-ETM.

La herramienta implementa el algoritmo no supervisado *MAX-MIN* optimizado mediante la evaluación del coeficiente de variación para determinar la homogeneidad de las áreas de entrenamiento en las diferentes bandas espectrales. Como entrada admite imágenes con áreas de entrenamiento seleccionadas en formato texto y como salida genera ficheros de datos relativos a las firmas espectrales de las subclases, en el mismo formato. Además, presenta la posibilidad de visualización espacial de las subclases resaltadas

sobre la imagen original, lo que facilita su localización geográfica.

CASSA también proporciona información espectral sobre píxeles de elevada homogeneidad que pueden ser posteriormente almacenados como *endmember* en una librería espectral, lo que la presenta como un buen recurso en este ámbito de investigación. Además, esta diseñada de acuerdo a su futura y sencilla incorporación a un entorno web.

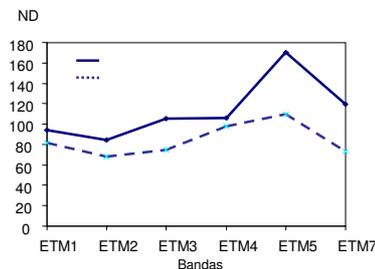


Figura 4: Firmas espectrales medias de las subclases de *vmix*.

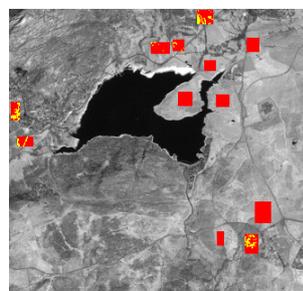


Figura 5: Detalle de la separación de subclases de *vmix*. La subclase1 en color rojo (oscuro) y la subclase2 en color amarillo (claro).

6. Referencias

- [1] Arquero, A.; Gonzalo, C.; Martínez, E. y Ferreras, A. 1998. *Mapping* 50, 56 -58.
- [2] Maravall, D. 1993. Reconocimiento de formas y visión artificial. Ed. RAMA. Madrid.
- [3] Calot, G. Curso de estadística descriptiva. Ed. Paraninfo S. A. Madrid.
- [4] Gómez Mendoza, J. (dir.), y col. 1999. Los paisajes de Madrid: naturaleza y medio rural. Alianza Editorial y Fundación Caja Madrid, Madrid.