

## Utilización de la información espacial de contexto en la clasificación de Imágenes de satélite

F. GONZALEZ ALONSO, S. LOPEZ SORIA, R. LLOP POMARES y J.M. CUEVAS GOZALO

### 1. INTRODUCCION

Las imágenes digitales procedentes de los satélites de observación de la Tierra (Landsat TM y MSS, SPOT, NOAA, MOSS), comprenden siempre tres tipos de informaciones:

En primer lugar, una información espectral que caracteriza la interacción entre la energía electromagnética y los materiales presentes en la superficie de la tierra.

En segundo lugar, una información temporal, derivada de la repetitividad de las órbitas, que permite estudiar la evolución de las firmas espectrales de las superficies, así como detectar los cambios acaecidos en la superficie de la tierra de cara a su seguimiento a lo largo del tiempo.

Finalmente en tercer lugar, una información espacial, que representa la organización en el espacio físico de las unidades elementales de información o "píxeles" que constituyen la imagen captada por el sensor.

Tradicionalmente los dos primeros tipos de información han sido los más utilizados a la hora de aplicar las diferentes técnicas y metodologías de tratamiento de imágenes y muy especialmente cuando se ha tratado de realizar clasificaciones (supervisadas o no supervisadas) de los datos procedentes de teledetección.

Por el contrario, la información de tipo espacial ha sido mucho menos utilizada y la mayoría de los clasificadores desarrollados se han basado exclusivamente en la aplicación de una estrategia del tipo "pixel a pixel", sin tener en cuenta las posibles relaciones o semejanzas espectrales existentes entre un pixel y sus "vecinos" a la hora de clasificar las imágenes.

La razón principal de que la información de tipo

espacial no se haya tenido hasta ahora muy en cuenta es que la información espectral puede analizarse fácilmente "pixel a pixel", mientras que el empleo de la información espacial normalmente requiere la consideración simultánea de varios píxeles durante todo el proceso de cálculo, así como la aplicación de técnicas matemáticas relativamente complejas que pongan de manifiesto la estructura espacial que poseen los datos. Todo lo anteriormente indicado suele requerir unas grandes necesidades de potencia y tiempo de cálculo no siempre disponibles con facilidad.

Ahora bien, los relativamente modestos resultados obtenidos al realizar clasificaciones convencionales de las imágenes de satélite se pueden mejorar cuando se considera la información espacial conjuntamente con la información espectral dentro de la misma estrategia de clasificación (SWAIN et al, 1979).

### 2. INFORMACION ESPACIAL Y CLASIFICADORES DE CONTEXTO

La estructura espacial de las imágenes refleja las relaciones existentes entre el medio ambiente y la resolución espacial del sensor.

Si la resolución espacial es considerablemente más fina que el tamaño de los objetos presentes en la escena, muchas de las medidas espectrales en la imagen estarán altamente correlacionadas con sus vecinos. Si el tamaño de los objetos se aproxima al tamaño de los píxeles, la probabilidad de que los píxeles vecinos sean similares disminuirá. Finalmente si el tamaño de los píxeles aumenta y caen muchos objetos diferentes dentro de un mismo pixel, estos tenderán a la uniformidad (WOODCOCK C. E. and STRAHLER A.H., 1987).



INFORMACION

La información espacial es aquella que se refiere a la posición y forma de los objetos en el espacio. Este tipo de información es fundamental para el análisis de patrones espaciales y para la toma de decisiones en campos como la geografía, la urbanística y la planificación.

En este documento se exploran los conceptos básicos de la información espacial, desde la representación de datos hasta las técnicas de análisis y modelado. Se discuten las ventajas y limitaciones de diferentes métodos de almacenamiento y procesamiento de datos espaciales.

## 2. INFORMACION ESPACIAL Y CLASIFICACIONES DE DATOS

La información espacial puede clasificarse en función de su naturaleza y de la forma en que se representa. Las clasificaciones más comunes se basan en la dimensión y en la topología de los datos.

Una clasificación común distingue entre datos vectoriales y datos raster. Los datos vectoriales representan los objetos espaciales mediante líneas y polígonos, mientras que los datos raster los representan mediante una cuadrícula de píxeles. Cada tipo de dato tiene sus propias ventajas y desventajas en términos de precisión, almacenamiento y procesamiento.

## 1. INTRODUCCION

Los sistemas de información geográfica (SIG) han revolucionado la forma en que analizamos y entendemos el mundo que nos rodea. Estos sistemas integran datos espaciales con información demográfica, económica y ambiental para proporcionar una visión holística de los problemas del mundo real.

El objetivo principal de este documento es proporcionar una introducción general a los conceptos y aplicaciones de la información espacial. Se explorarán los fundamentos de la representación de datos espaciales, las técnicas de análisis y las herramientas utilizadas en los SIG. El documento está diseñado para ser accesible tanto para principiantes como para profesionales que buscan actualizar sus conocimientos.

Finalmente, se discutirán algunas de las tendencias más recientes en el campo de la información espacial, como el uso de tecnologías de inteligencia artificial y de big data para mejorar el análisis y la interpretación de los datos espaciales.

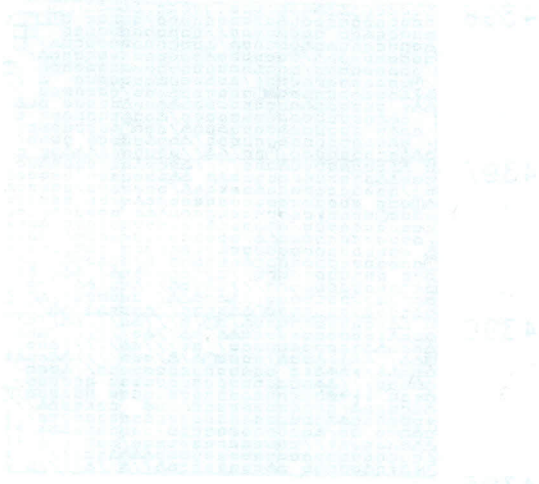
Este documento sirve como una guía para quienes desean comprender mejor el mundo que nos rodea a través de la información espacial. Al final del documento, se proporcionarán recursos adicionales para profundizar en los temas tratados y para seguir aprendiendo sobre este fascinante campo de estudio.

Por lo tanto, la información de tipo espacial de este mundo puede utilizarse para mejorar la planificación urbana, la gestión de recursos naturales y la respuesta a emergencias. La información espacial es una herramienta poderosa que nos permite comprender mejor el mundo que nos rodea y tomar decisiones más informadas.

La información espacial es una herramienta poderosa que nos permite comprender mejor el mundo que nos rodea y tomar decisiones más informadas.

casos en donde se han autorizado los trabajos  
de explotación con licencia.

En la figura 7 se representa el resultado de la clasificación "nivel a nivel" obtenida en un área piloto de olivos (zona de Olivos de Guaymas y alrededores) por el Comandante D.L.M. Rodríguez en 1968. Véase el Anexo 108, 109.



En la figura 8 se representa la zona de olivos clasificados mediante el clasificador de contexto. Véase el Anexo 110, 111.



En la figura 9 se representa la zona de olivos clasificados mediante el clasificador de contexto. Véase el Anexo 112, 113.



Figura 9. Zona de Olivos. Clasificación por el clasificador de contexto.

Clasificación	1968	1969
Nivel a nivel	47,7%	38,9%
Clasificación de contexto	52,3%	61,1%

Tabla 1. Resultados por el clasificador.

de la clasificación de la zona de olivos que se aplicó el clasificador de contexto durante la explotación y muestra la homogeneidad de la clasificación.

Una vez de analizar el informe que tiene el clasificador de contexto se puede observar que la clasificación "nivel a nivel" de la explotación de olivos muestra una gran homogeneidad en la clasificación de los olivos, lo que indica que el clasificador de contexto es capaz de clasificar los olivos de manera homogénea.

En el caso de la zona de Olivos de Guaymas se puede observar que la clasificación de contexto es capaz de clasificar los olivos de manera homogénea, lo que indica que el clasificador de contexto es capaz de clasificar los olivos de manera homogénea.

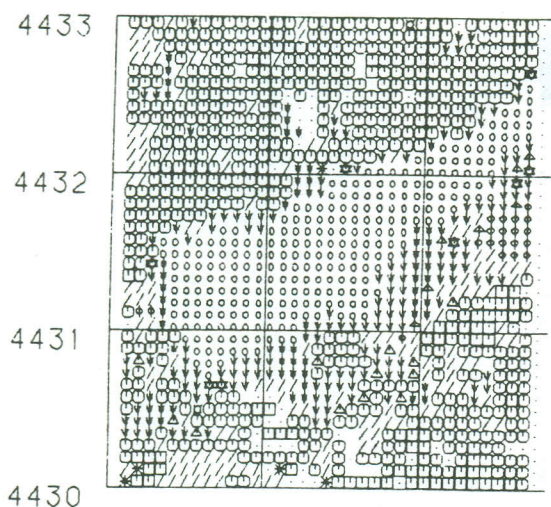


Figura 2. Area de Cazalegas. Clasificación de la imagen original con contexto.

	ID	IH
Clasificación pixel a pixel	.1520	32.8%
Clasificación con contexto	.0864	47.5%

Tabla 1. Resultados zona de Cazalegas.

De la observación de la tabla 1 se deduce que la aplicación del clasificador de contexto disminuye la diversidad y aumenta la homogeneidad de la clasificación.

Otra forma de analizar el interés que tiene utilizar el clasificador de contexto consiste en generar una imagen simulada a partir de la clasificación original y posteriormente clasificar dicha simulación "pixel a pixel" y con contexto, seguidamente se cruzan estas dos clasificaciones con la imagen original y se calcula el porcentaje de coincidencias entre ambas.

En el caso de la zona de Cazalegas estos porcentajes fueron 48.26 y 50.15 lo cual parece indicar que la adopción de la estrategia de contexto no es excesivamente importante en este caso particular, debido probablemente a que la interacción existente entre el paisaje y la resolución espacial (80 metros en este

caso) no produce una gran autocorrelación que pueda ser explotada convenientemente.

En la figura 3 se representa el resultado de la clasificación "pixel a pixel" obtenido en un área piloto de olivar (Hoja 655 del Mapa de Cultivos y Aprovechamientos. Coordenadas U.T.M.: Ordenadas: 4398, 4395. Abscisas: 355, 357).

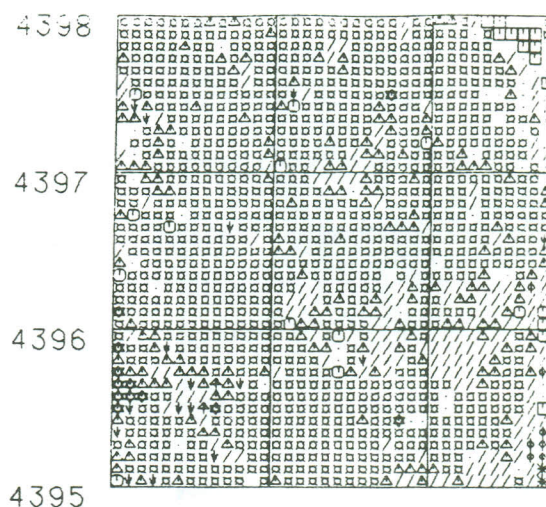


Figura 3. Area de olivar. Clasificación de la imagen original pixel a pixel.

En la figura 4 se representa la misma zona de olivar clasificada mediante el clasificador de contexto.

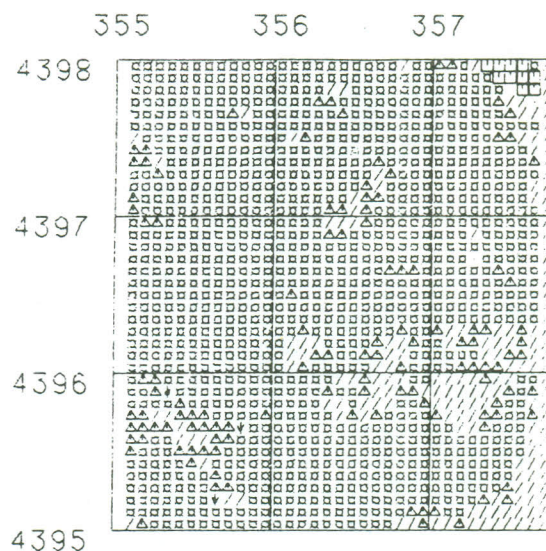


Figura 4. Area de olivar. Clasificación de la imagen original con contexto.

En la tabla 2 se presentan los resultados obtenidos para ID e IH en la zona de olivar.

	ID	IH
Clasificación pixel a pixel	.0605	54.0%
Clasificación con contexto	.0245	70.6%

Tabla 2. Resultados zona de olivar.

Como se desprende de la tabla 2, la zona de olivar es mucho menos diversa que la zona de Cazalegas y se observa que la aplicación en aquella del clasificador de contexto produce una disminución del índice de diversidad y un aumento notable del índice de homogeneidad.

Hay que hacer notar que estos efectos son más marcados en la zona de olivar debido a la mayor homogeneidad intrínseca de la misma.

La generación de imágenes simuladas también se ha realizado en este caso y los porcentajes de coincidencia obtenidos al cruzar la clasificación de la imagen simulada, "pixel a pixel" y con contexto con la clasificación convencional de la imagen original han sido 12.14 y 70.36 respectivamente.

Los resultados anteriores ponen de manifiesto en primer lugar la gran distorsión que produce en la simulación la elevada semejanza espectral existente entre las clases "suelo labrado" y "olivar", lo cual provoca un porcentaje de coincidencia con la clasificación original manifiestamente bajo al clasificar la simulación "pixel a pixel", en segundo lugar se observa que a pesar de que la simulación radiométrica es deficiente, si tenemos en cuenta a la hora de clasificar la información espacial de contexto, los resultados de clasificación pueden mejorar ostensiblemente y así en este caso se ha pasado de un porcentaje de coincidencia del 12.14 al 70.36. Es decir el porcentaje de clasificación correcta ha aumentado en 58.22 al emplear un clasificador de contexto en lugar de un clasificador "pixel a pixel".

Estas consideraciones se pueden visualizar al observar las figuras 5 y 6.

La explicación de estos resultados podría ser que dado que las manchas de olivar normalmente superan en dimensión a la resolución del sensor MSS, es de esperar que exista una fuerte autocorrelación espacial entre

los pixeles vecinos, lo cual puede justificar el interés de incorporar dicha información adicional al proceso de clasificación.

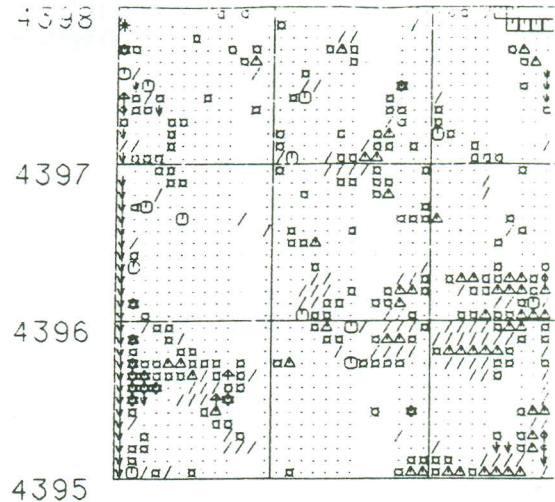


Figura 5. Area de olivar. Clasificación de la imagen simulada pixel a pixel.

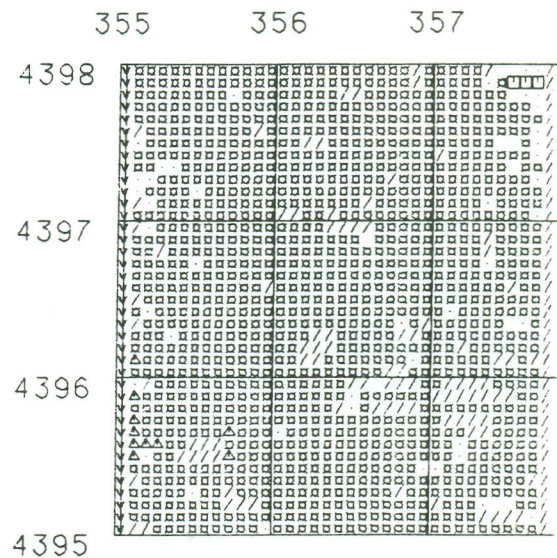


Figura 6. Area de olivar. Clasificación de la imagen simulada con contexto.