



Universidad  
de Alcalá

202172 – Técnicas de clasificación en  
Teledetección

Classification Algorithms in Remote  
Sensing

**Máster Universitario en**

**Universidad de Alcalá**

---

**Curso Académico 2025/26**

## GUÍA DOCENTE

Nombre de la asignatura:	<b>Técnicas de clasificación en Teledetección</b>
Código:	<b>202172</b>
Titulación en la que se imparte:	<b>Máster en TIG</b>
Departamento y Área de Conocimiento:	<b>Geología, Geografía y Medio Ambiente. Análisis Geográfico Regional</b>
Carácter:	<b>Optativo</b>
Créditos ECTS:	<b>4</b>
Curso y cuatrimestre:	<b>1º curso y 2º cuatrimestre</b>
Profesorado:	Dr. Mariano García Alonso (mariano.garcia@uah.es) Dra. Patricia Oliva Pavón (patricia.oliva@uah.es)
Horario de Tutoría:	<b>Previa solicitud/confirmación por email</b>
Idioma en el que se imparte:	Español English Friendly

### 1. PRESENTACIÓN

La clasificación digital es una de las técnicas de análisis más utilizadas en teledetección. El resultado de la misma es la cartografía e inventario de las categorías objeto de estudio, principalmente relacionadas con la ocupación del suelo, de amplio uso en la gestión del territorio. En líneas generales, se trata de un proceso de conversión de una imagen multibanda, con información radiométrica, en una nueva imagen con una sola banda con información temática. Este proceso puede abordarse mediante técnicas muy diversas, basadas en algoritmos de carácter matemático y estadístico, principalmente.

La disponibilidad, cada vez mayor, de datos de múltiples fuentes y la mejora en las capacidades de computación ha dado lugar al desarrollo de nuevos algoritmos, principalmente basados en técnicas de aprendizaje automático (Machine Learning), destinados a la clasificación de imágenes en teledetección, entre los que destacan las redes neuronales, las máquinas vector-soporte, y los clasificadores basados en árboles (árboles de decisión y Random Forest). Estos métodos han demostrado una mayor capacidad para clasificar imágenes especialmente en áreas complejas o cuando se integran distintos sensores en la clasificación. Además, las mejoras en la resolución espacial y espectral de los sensores, han dado origen a nuevos paradigmas en el proceso de clasificación como la clasificación orientada a objetos, o el desarrollo de algoritmos para la clasificación de datos hiperespectrales.

El objetivo de esta asignatura es dar a conocer al alumnado los conceptos y el desarrollo de estos algoritmos de clasificación, así como su uso en casos prácticos. Además, se incidirá en

los métodos de análisis de errores e incertidumbres necesarios para la valoración de los resultados obtenidos con estos algoritmos. Los conocimientos adquiridos en la asignatura capacitarán al alumnado para seleccionar y utilizar correctamente las mejores opciones de clasificación de imágenes para la obtención de un objetivo específico, así como para la valoración de los resultados obtenidos.

## 1.b. PRESENTATION

Image classification is one of the most widely used remote sensing techniques. Classifying an image, results in the cartography or the inventory of the target categories, mainly related to landcover, mainly used in land management. In general terms, image classification consists in converting a multiband image, containing radiometric information, into a new single band image of thematic information. This process can be carried out using very diverse techniques, based on mathematical and statistical algorithms.

The increasing availability of data from multiple sources, as well as the improvement in computing resources, has led to the development of new algorithms, mainly based in machine learning techniques, for remotely sensed imagery. These algorithms include neural networks, support vector machines, decision trees and random forests. These algorithms have proved better capabilities to classify imagery of complex landscapes or when integrating data from different sensors. Moreover, the improvement in the spatial and spectral capabilities of sensors, has resulted in new classification paradigms such as OBIA, or the development of algorithms for the classification of hyperspectral data.

The aim of this course is to introduce concepts and advanced classification algorithms to the students, as well as their use in practical exercises. Besides, methods for error analysis and uncertainty estimation, needed to assess the results of the classification, will be presented. The knowledge acquired by the students will enable them to select and apply the best algorithm for remotely sensed imagery to achieve specific objectives, as well as to evaluate their results.

### Prerrequisitos y Recomendaciones (si es pertinente)

Es conveniente que los alumnos/as tengan conocimientos previos de teledetección.

## 2. COMPETENCIAS Y RESULTADOS DE APRENDIZAJE

### Competencias genéricas:

1. CG1- Comprender los problemas territoriales que pueden ser estudiados con las Tecnologías de la Información Geográfica (Teledetección, SIG y Cartografía).
2. CG2- Aplicar correctamente las funciones de análisis y representación de la información geográfica para solucionar problemas territoriales de distinta naturaleza.
3. CG3- Combinar conocimientos y destrezas propios de las TIG para avanzar soluciones a problemas territoriales aún no resueltos.
4. CG4- Evaluar y comunicar adecuadamente las soluciones basadas en las TIG a los problemas territoriales.
5. CB6- Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.

6. CB7- Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
7. CB8- Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
8. CB9- Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
9. CB10- Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

### Competencias específicas:

1. CE6- Evaluar las fuentes de datos espectrales más útiles para un objetivo territorial o ambiental específico.
2. CE7- Aplicar las principales técnicas de análisis de imágenes para extraer la información temática de interés en el análisis y la gestión del territorio.
3. CE8- Utilizar los métodos de validación de resultados en Teledetección.
4. CE9- Resolver problemas espaciales nuevos o poco conocidos mediante el uso de la Teledetección.

### Resultados de aprendizaje:

1. Comprender e inducir los problemas territoriales que pueden estudiarse mediante las técnicas de clasificación de imágenes.
2. Conocer, valorar y seleccionar las fuentes de datos espectrales más apropiadas para el análisis mediante clasificación de imágenes de un problema geográfico concreto.
3. Determinar y aplicar adecuadamente los métodos de clasificación en teledetección para la resolución de problemas territoriales conocidos y desconocidos.
4. Utilizar los métodos de validación de resultados en teledetección.

### 3. CONTENIDOS

Bloques de contenido	Total de clases, créditos u horas
1. Concepto y desarrollo de clasificación digital	• 1.5
2. Redes neuronales	• 5
3. Máquinas vector-soporte	• 5
4. Clasificadores en árbol: árboles de decisión y Random forests	• 5
5. <i>Clasificadores orientados a objeto</i>	• 5
6. Técnicas de desmezclado espectral	• 4
7. Clasificación de ángulo espectral	• 4
8. Análisis de errores	• 2.5
Total	• 32

### 4. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE.- ACTIVIDADES FORMATIVAS

#### 4.1. Distribución de créditos (especificar en horas)

Número de horas presenciales:	32 horas de clase en grupo
Número de horas del trabajo propio del estudiante:	68 (Incluye horas de estudio, elaboración de actividades, preparación exámenes, actividades <i>online</i> )
Total horas	100 horas

#### 4.2. Estrategias metodológicas, materiales y recursos didácticos

Teoría (clases magistrales)	12 horas presenciales Exposición de los contenidos teóricos de la asignatura (con material gráfico en pantalla, que se entregará a los alumnos).
-----------------------------	---

Prácticas	<p>20 horas presenciales</p> <p>Realización de ejercicios prácticos con el uso de diversos software que implementan las técnicas de clasificación digital de imágenes vistas en teoría: redes neuronales, máquinas vector-soporte, clasificador en árbol, orientados a objeto, y reducción de la dimensionalidad y análisis de mezclas espectrales.</p> <p>Para el seguimiento de las prácticas los alumnos contarán con un guion detallado de los procesos a realizar.</p>
Actividades	<p>(no presencial)</p> <p>Actividades/ejercicios que complementan las actividades realizadas de forma presencial.</p> <p>Los alumnos podrán realizar un trabajo sobre las aplicaciones de alguna de las técnicas de clasificación incluidas en el programa de la asignatura. Se entregará un informe escrito o se presentará de manera oral en clase.</p>

## 5. EVALUACIÓN: Procedimientos, criterios de evaluación y de calificación<sup>1</sup>

### Evaluación continua:

Todo el proceso de evaluación estará inspirado en la evaluación continua del estudiante, de tal forma que se garantice la adquisición tanto de los contenidos como de las competencias de la asignatura. La evaluación se adecua a los establecido en la normativa de evaluación de los aprendizajes de la UAH<sup>2</sup>

- **Convocatoria ordinaria**

La evaluación de la asignatura se efectuará a partir de:

- Un examen, que contabilizará el 35%, y evaluará las competencias asociadas a la adquisición de conocimientos fundamentales. Este apartado deberá contar con una calificación igual o superior a 3.5 (sobre 10) para promediar con el resto de las pruebas evaluables.
- Los ejercicios prácticos y/o trabajo escrito o presentación oral, que evalúan la adquisición de las competencias asociadas al manejo y aplicación de las técnicas de clasificación incluidas en el programa de la asignatura, contabilizan en total un 65% ~~restante~~.

<sup>2</sup> Normativa de evaluación de los aprendizajes de la UAH (30 septiembre de 2021). <https://www.uah.es/export/sites/uah/es/conoce-la-uah/organizacion-y-gobierno/.galleries/Galeria-Secretaria-General/Normativa-Evaluacion-Aprendizajes.pdf>

<b>Procedimientos</b>	<b>Criterios calificación (peso)</b>	<b>Criterios de evaluación (grado de consecución de las competencias)</b>
Ensayo/s y memoria/s de prácticas	65	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Se aplican correctamente las técnicas de clasificación digital de imágenes</li> <li>✓ Se aplican correctamente los procesamientos y técnicas de clasificación de imágenes hiperespectrales</li> <li>✓ Se aplican correctamente las técnicas de verificación de los resultados de clasificaciones digitales de imágenes en teledetección</li> <li>✓ Se señalan y justifican las mejores opciones de clasificación de imágenes para la resolución de un objetivo específico</li> <li>✓ Se ofrece una valoración crítica de los resultados sobre fundamentos sólidos</li> </ul>
Examen escrito	35	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Se conocen los fundamentos y el desarrollo de las técnicas de clasificación digital incluidas en el programa de la asignatura</li> <li>✓ Se conocen los fundamentos y el desarrollo de las técnicas de procesamiento de imágenes hiperespectrales incluidas en el programa de la asignatura.</li> <li>✓ Se conocen los fundamentos y el desarrollo de los métodos de análisis de errores e incertidumbre en los procesos de clasificación de imágenes en teledetección</li> <li>✓ Se valoran las fuentes de datos espectrales y los métodos de clasificación más adecuados en función del objetivo planteado</li> </ul>

Las citadas pruebas (informes de prácticas, examen y trabajo escrito o presentación oral) se entregarán y corregirán acompañando el desarrollo de la asignatura,

Para poder calcular la nota media final de ambas partes se deberá entregar todos los informes de prácticas y obtener una calificación superior a 45 en el examen escrito.

La asistencia a clase se considerará obligatoria, pudiendo faltar sin necesidad de justificación a un máximo del 20% de las horas.

- **Convocatoria extraordinaria**

Se realizará un examen con preguntas de desarrollo, sobre los contenidos del programa teórico, incluyendo un supuesto práctico para evaluar los contenidos prácticos de la asignatura. En caso de no haber superado la parte práctica durante la evaluación continua, deberán entregarse los ejercicios prácticos. La teoría supondrá el 50% de la calificación y la práctica el otro 50%. Para superar la evaluación ambas partes deberán tener una nota superior a 5 (sobre 10).

### **Evaluación final:**

El estudiantado podrá acogerse a la evaluación final, sin perjuicio de que sus causas tengan que ser valoradas en cada caso concreto, la realización de prácticas presenciales, las obligaciones laborales, las obligaciones familiares, los motivos de salud y la discapacidad. El

hecho de seguir los estudios a tiempo parcial no otorga por sí mismo el derecho a optar por la evaluación final.

Los estudiantes de Máster Universitario, para acogerse a la evaluación final, tendrán que solicitarlo por escrito al director del Máster en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura, explicando las razones que le impiden seguir el sistema de evaluación continua. En el caso de aquellos estudiantes que por razones justificadas no tengan formalizada su matrícula en la fecha de inicio del curso o del periodo de impartición de la asignatura, el plazo indicado comenzará a computar desde su incorporación a la titulación. El director de Máster deberá valorar las circunstancias alegadas por el estudiante y tomar una decisión motivada. Transcurridos 15 días hábiles sin que el estudiante haya recibido respuesta expresa por escrito a su solicitud, se entenderá que ha sido estimada.

En la modalidad de evaluación final, los procedimientos de evaluación serán los mismos que en el caso de la evaluación continua, pero los ejercicios se entregarán/realizarán en la fecha determinada en el calendario oficial de exámenes del Máster (al final del cuatrimestre) y no incluirá ninguna presentación oral.

Durante el desarrollo de las pruebas de evaluación han de seguirse las pautas marcadas en el Reglamento por el que se establecen las Normas de Convivencia de la Universidad de Alcalá, así como las posibles implicaciones de las irregularidades cometidas durante dichas pruebas, incluyendo las consecuencias por cometer fraude académico según el Reglamento de Régimen Disciplinario del Estudiantado de la Universidad de Alcalá

*La metodología de enseñanza-aprendizaje y el proceso de evaluación se ajustarán cuando sea necesario, con las orientaciones de la Unidad de Atención a la Diversidad, para aplicar adaptaciones curriculares a los estudiantes con necesidades específicas.*

## 6. BIBLIOGRAFÍA

### A) Manuales

BLASCHKE, TH., LANG, S. Y HAY, G.J. (EDs) (2008): Object-Based Image Analysis. Spatial concepts for knowledge-driven remote sensing applications, Berlin, Springer-Verlag.

CHUVIECO, E. (2010): Teledetección Ambiental. La observación de la Tierra desde el espacio, Barcelona, Ariel Ciencia.

CHUVIECO, E. (2016): Fundamentals of satellite remote sensing. An Environmental Approach, Second Edition, Boca Raton, CRC Press, Taylor & Francis Group.

CONGALTON, R.G. y GREEN, K. (2009): Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practice, Second Edition, Boca Raton, CRC Press, Taylor & Francis Group.

GIBSON, P. y C. H. POWER (2000): Introductory Remote Sensing: Digital Image Processing and Applications, London, Routledge.

HENGCHAO LI, JIE CHEN, YINGYING SONG (2020). Processing and analysis of hyperspectral, IntechOpen, ISBN: 9781789851090.



LILLESAND, T. M., R. W. KIEFER y J.W. CHIPMAN (2008): Remote Sensing and Image Interpretation, Sixth Edition, New York, John Wiley and Sons.

MATHER, P. M. (2004): Computer Processing of Remotely Sensed Images, Third Edition, Chichester, John Wiley & Sons.

RICHARDS, J. A. (2013): Remote Sensing Digital Image Analysis. An Introduction, Fifth Edition. Berlin, Springer-Verlag.

TSO, B. y MATHER, P.M. (2009): Classification methods for remotely sensed data, Boca Raton, CRC Press, Taylor & Francis.

DIMITRIS G. MANOLAKIS, RONALD B. LOCKWOOD, THOMAS W. COOLEY (2016): Hyperspectral Imaging Remote Sensing: Physics, Sensors, and Algorithms. Cambridge University Press

CHEIN-I CHANG (2016): Real-Time Progressive Hyperspectral Image Processing: Endmember Finding and anomaly detection. Springer

PRAMOD K. VARSHNEY AND MANOJ K. ARORA (2004): Advance Image Processing Techniques for remotely sensed Hyperspectral Data. Springer.

## B) Revistas

*Canadian Journal of Remote Sensing*, Canadian Aeronautics and Space Institute (CASI) 130 Slater Street, Suite 818, Ottawa, Ontario K1P 6E2, Canada. (<http://www.callisto.si.usherb.ca/~cartel/cjrs/>).

*Cartography and Geographic Information Science (CaGIS)*. American Congress on Surveying and Mapping, 6 Montgomery Village Avenue, Suite 403, Gaithersburg, MD. (<http://lepoello.ingentaselect.com/vl=8574760/cl=35/nw=1/rpsv/cw/acsm/15230406/contp1.htm>)

*Earth Observation Magazine*. EOM, Inc., 13741 E. Rice Place, Suite 200, Aurora, CO 80015 (USA). <http://www.eomonline.com>

*Geocarto International*, Geocarto International Centre, GPO Box 4122, Hong Kong. (<http://www.geocarto.com/e-journal.html>).

*Geofocus*, revista electrónica del grupo de métodos cuantitativos, SIG y Teledetección de la Asociación de Geógrafos Españoles (<http://geofocus.rediris.es/principal.html>).

*IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, IEEE Geoscience and Remote Sensing Society, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 345 E. 47th Street, New York, NY, 10017 USA. (<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?puNumber=36>).

*International Journal of Geographical Information Science*, Taylor and Francis Ltd., Rankine Road, Basingstoke, Hampshire RG24 0PR, Reino Unido. (<http://www.tandf.co.uk/journals/titles/13658816.asp>).

*International Journal of Remote Sensing*, Taylor and Francis Ltd., Rankine Road, Basingstoke, Hampshire RG24 0PR, Reino Unido. (<http://www.tandf.co.uk/journals/titles/01431161.asp>).

*ITC Journal*, International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, P.O. Box 6, NL-7500 AA, Enschede, Países Bajos. ([journal@itc.nl](mailto:journal@itc.nl)).

*Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 5420 Grosvenor Lane, Suite 210, Bethesda 20814-2160, USA. (<http://www.asprs.org/asprs/publications/pe&rs/>).

*Remote Sensing of Environment*, Elsevier Science Publishing Company Inc., 52 Vanderbilt Avenue, New York, NY 10017, USA.

[http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws\\_home/505733/description#description](http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws_home/505733/description#description)  
*Revista Española de Teledetección*, Pinar 25, 28006 Madrid.  
<http://telenet.uva.es/promotores/revista/>.