

**COURSE DATA****DATA SUBJECT**

Code: 43541
Name: Information analysis and extraction
Cycle: Master's Degree
ECTS Credits: 10
Academic year: 2025-26

STUDY (S)

Degree	Center	Acad. year	Period
2162 - Master's degree in Remote Sensing	Facultat de Física	1	Annual

SUBJECT-MATTER

Degree	Subject-matter	Character
2162 - Master's degree in Remote Sensing	Information analysis and extraction	COMPULSORY

COORDINATION

GARCIA HARO FRANCISCO JAVIER

CAMPOS TABERNER MANUEL

AMOROS LOPEZ JULIA CARMEN

SUMMARY

"Information Analysis and Extraction" is a 10 ECTS course that combines theoretical classes with practical exercises and student-led projects. It presents advanced techniques for the analysis of remote sensing imagery.

The course highlights the potential of remote sensing to exploit multitemporal, multispectral, and multisensor information for monitoring dynamic processes. In addition to traditional techniques such as classification, regression, data fusion, and change detection, the course incorporates cutting-edge tools, including advanced artificial intelligence methods and cloud computing applied to remote sensing.

The course has a strong practical component, aimed at applying the studied concepts and techniques to real data and imagery. This will enable students to develop solid skills and critical judgment when selecting the most suitable techniques for each area of remote sensing application.

PREVIOUS KNOWLEDGE**RELATIONSHIP TO OTHER SUBJECTS OF THE SAME DEGREE**

There are no specified enrollment restrictions with other subjects of the curriculum.



OTHER REQUIREMENTS

Es recomendable que los alumnos que vayan a cursar esta asignatura tengan una buena base en física y matemáticas (álgebra, cálculo y estadística), que pueden haber sido adquiridos durante algunas de las asignaturas cursadas en el título de Grado (o Licenciatura). Otros conocimientos previos deseables son:

Informática a nivel de usuario

Conocimientos básicos de programación

Inglés (lectura/traducción)

COMPETENCES / LEARNING OUTCOMES

2162 - Master's degree in Remote Sensing

Aplicar los conocimientos adquiridos con criterios de sostenibilidad de nuestro entorno.

Aplicar técnicas de clasificación supervisada y no supervisada y saber establecer los criterios e idoneidad de cada técnica sobre distintas resoluciones espaciales y espectrales de las imágenes.

Be able to access the information required (databases, scientific articles, etc.) and to interpret and use it sensibly.

Be able to access to information tools in other areas of knowledge and use them properly.

Entender y saber utilizar técnicas avanzadas de tratamiento de imágenes para extraer y analizar la información de interés contenida en las imágenes.

Exponer y defender públicamente el desarrollo, resultados y conclusiones de su trabajo de una manera clara y concisa.

Ser capaces de realizar una toma rápida y eficaz de decisiones.

Students should apply acquired knowledge to solve problems in unfamiliar contexts within their field of study, including multidisciplinary scenarios.

Students should be able to integrate knowledge and address the complexity of making informed judgments based on incomplete or limited information, including reflections on the social and ethical responsibilities associated with the application of their knowledge and judgments.

Students should communicate conclusions and underlying knowledge clearly and unambiguously to both specialized and non-specialized audiences.

Students should demonstrate self-directed learning skills for continued academic growth.

Students should possess and understand foundational knowledge that enables original thinking and research in the field.

Trabajar en equipo con eficiencia.



DESCRIPTION OF CONTENTS

1. Introducción al aprendizaje automático y computación en la nube en teledetección

Métodos de aprendizaje. Campos de aplicación. Estadística descriptiva, visualización y análisis exploratorio de imágenes. Etapas de una cadena de procesado. Introducción a la teoría de la decisión. Conceptos fundamentales de computación en la nube/Introducción a Google Earth Engine. Estructuras de datos. Algoritmos básicos.

2. Aprendizaje supervisado y evaluación.

Métodos paramétricos: Clasificadores de análisis discriminante.

Métodos no paramétricos: Estimador de densidad de Parzen. Clasificadores k-NN. Métodos de edición y condensado. Árboles de decisión. Ensembles (Boosting, Bagging, Random Forest).

Evaluación de los modelos: métodos y métricas. Matriz de confusión. Análisis ROC. Técnicas de post-procesado.

3. Aprendizaje no supervisado

Clasificación no supervisada y clustering. Métodos particionales. Métodos jerárquicos. Clustering difuso (FCM, mezcla de gaussianas). Aprendizaje adaptativo (SOM, LVQ). Validación del clustering

4. Extracción de características y segmentación de imágenes

Selección de variables en clasificación y regresión. Extracción lineal de variables (Análisis de Componentes Principales, Tasseled Cap). Modelos de regresión lineales regularizados (lasso y elastic-net). Filtros y características texturales. Detección de bordes. Técnicas de segmentación de imágenes (watershed, region growing, mean-shift, superpixels).

5. Unmixing y estimación de abundancias

Efectos no lineales y scattering. Modelo de mezcla lineal (extracción de endmembers y estimación de abundancias). Unmixing no lineal.

6. Métodos avanzados y aprendizaje profundo.

SVM y kernels. Redes Neuronales. Aprendizaje profundo. Redes neuronales convolucionales.



7. Estimación de parámetros biofísicos

Métodos: estadísticos, inversión de modelos físicos e híbridos. Modelos de transferencia radiativa. Herramientas para la modelización directa e inversa. Evaluación de modelos. Validación de productos. Comparación con datos insitu. Aplicaciones.

8. Tratamiento avanzado de datos en teledetección

BBDD de teledetección. Características de los datos. Automatización del acceso, descarga, lectura y extracción de información. Depuración de imágenes y productos (control de calidad, filtrado de nubes/nieve) y generación de compuestos temporales. Desarrollo de aplicaciones para datos masivos (big data).

9. Detección de cambios y objetivos

Detección de nubes y restauración de datos erróneos. Métodos de detección de cambio y objetivos. Taxonomía y enfoques. SAM y OSP. Evaluación de los detectores. Análisis Multivariado de alteraciones. Detección de cambios anómalos, saliencia. Desarrollo de aplicaciones y proyectos con datos multi-dominio (ortofotos, óptico, térmico, radar)

10. Análisis de series temporales

Preparación de una serie temporal. Métodos de filtrado y reconstrucción. Análisis de Fourier. Análisis de tendencia y métricas estacionales. Desarrollo de aplicaciones y proyectos

11. Fusión de datos

Sinergia de datos en teledetección. Armonización de sensores. Métodos de refinado pancromático (Pan-sharpening). Métodos avanzados de superresolución. Métodos de desagregación de píxel y fusión multi-sensor (radar, radiómetro, lidar) en diferentes bandas del espectro electromagnético (óptico, térmico, microondas). Evaluación de las imágenes fusionadas.

12. Métodos avanzados de computación en la nube

Técnicas de aprendizaje automático con Google Earth Engine. Métodos de segmentación temporal con alta escalabilidad (CCDC y LandtrendR).

WORKLOAD

PRESENCIAL ACTIVITIES



Activity	Hours
Tutorials	18,00
Theory	32,00
Computer classroom practice	50,00
Total hours	100,00

NON PRESENCIAL ACTIVITIES

Activity	Hours
Attendance at other activities	0,00
Individual or group project	100,00
Independent study and work	50,00
Preparation of lessons	0,00
Preparation for assessment activities	0,00
Total hours	150,00

TEACHING METHODOLOGY

The development of the course is mainly based on the following methodologies:

1. Interactive lectures, in which the core content is presented and illustrated with application examples. The instructors assign exercises to be submitted and evaluated, guiding the students throughout the course.
2. Development of projects and assignments related to the theoretical content or advanced topics. Each activity will begin in the computer lab, under the supervision and support of the instructor, and will be tutored both in and outside the classroom.
3. Personalized tutorial sessions, where the teaching staff monitors the students' work and progress. Teaching materials (presentations, exercises, assignments, software guides, publications, etc.) will be made available in advance through the Virtual Classroom. Communication between students and with instructors may also take place via asynchronous tools (email, forums, etc.).

EVALUATION

Learning assessment will be carried out continuously throughout the course and will include the following components:

1. Continuous assessment of practical activities based on the preparation of individual or group assignments and written tests. Regular attendance and active participation in face-to-face sessions (problem-solving, forum contributions, etc.) will also be evaluated. **(70%)**
2. Assessment of a final project in the form of a scientific communication and/or oral defense. **(30%)**

The **second call** will consist of practical activities related to components 1 and 2, with a maximum grade of **8 out of 10**.

If a student uses generative artificial intelligence tools for any task or assignment, their use must be explicitly stated and properly referenced in the bibliography or in the relevant section of the code or document.



REFERENCES

- Remote Sensing Image Processing, G. Camps-Valls, J. Malo, D. Tuia, and L. Gomez-Chova, editors. Collection Synthesis Lectures on Image, Video, and Multimedia Processing, Al Bovik, Ed., Morgan & Claypool Publishers, LaPorte, CO, USA, Sept 2011, 173 pp
- Image Analysis, Classification and Change Detection in Remote Sensing: With Algorithms for Python, (2019), M. J. Canty, CRC Press, 4th Edition.
- Advanced Remote Sensing (2012), S. Liang, X. Li and J Wang, Elsevier, ISBN 978-0-12-385954-9, 799 pag.
- Remotely Sensed Data Characterization, Classification, and Accuracies, (2016), Prasad S. Thenkabail, CRC Press, 1st Edition, ISBN 978-1-4822-1787-2, 673 pag.
- Exploratory data analysis with matlab, (2017), W.Martinez, A. Martinez, J. Solka, Third edition, CRC Press, ISBN 9781498776066.
- TIMESAT, A software package to analyse time-series of satellite sensor data [<http://www.nateko.lu.se/TIMESAT/timesat.asp>].
- Cardille, J. A., Crowley, M. A., Saah, D., & Clinton, N. E. (Eds.). (2023). Cloud-based remote sensing with Google Earth Engine: fundamentals and applications. Springer Nature.
- Cresson, R. (2020). Deep Learning for Remote Sensing Images with Open Source Software. CRC Press.
- Remote Sensing Time Series Image Processing, Qihao Weng (2018), 1st Edition, CRC Press, ISBN 9781138054592.
- Camps-Valls, G., Tuia, D., Zhu, X. X., & Reichstein, M. (Eds.). (2021). Deep learning for the Earth Sciences: A comprehensive approach to remote sensing, climate science and geosciences. John Wiley & Sons.
- Richards, J. A. (2022). Remote sensing digital image analysis (Vol. 5) Sixth Edition. Berlin/Heidelberg, Germany: springer. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-38617-7>

