



Guia docent

230743 - AI4EO - IA i Big Data per a l'Observació de la Terra

Última modificació: 11/04/2025

Unitat responsable: Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona

Unitat que imparteix: 739 - TSC - Departament de Teoria del Senyal i Comunicacions.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA DE TELECOMUNICACIÓ (Pla 2013). (Assignatura optativa).
MÀSTER UNIVERSITARI EN TECNOLOGIES AVANÇADES DE TELECOMUNICACIÓ (Pla 2019). (Assignatura optativa).

Curs: 2025

Crèdits ECTS: 5.0

Idiomes: Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: CARLOS LOPEZ MARTINEZ

Altres:

CAPACITATS PRÈVIES

Aquesta assignatura explora l'impacte de la intel·ligència artificial (IA) i les tecnologies de big data al camp de la teledetecció (en anglès Remote Sensing , RS) per a l'observació de la Terra (EO). A través d'aquest curs, s'aprofundirà en els mètodes i les aplicacions de la IA en el processament i l'anàlisi de grans conjunts de dades obtingudes de diverses tecnologies RS. Al final d'aquest curs, es tindrà una comprensió integral de com es poden fer servir aquestes eines per monitoritzar i analitzar el nostre planeta amb un detall sense precedents.

Per aprofitar al màxim l'assignatura, aquestes són les capacitats prèvies recomanades:

- Conceptes bàsics de l'electromagnetisme: La comprensió de les ones electromagnètiques, la propagació i la interacció amb diferents mitjans ajudarà a entendre com es recopilen i interpreten les dades dels sensors RS.
- Conceptes bàsics del processament de senyals/dades/imatges: És recomanable estar familiaritzat amb els conceptes bàsics del processament de senyals. Això inclou comprendre com filtrar, analitzar i interpretar senyals. Aquestes capacitats ajudaran a manipular i extreure informació significativa de les dades, que és la pedra angular de l'anàlisi de big data. Aquestes capacitats són rellevants ja que gran part de l'EO es basa en dades visuals capturades per satèl·lits i altres tecnologies RS.
- Programació: És desitjable estar familiaritzat amb la programació, ja que les sessions de laboratori i el projecte s'hi basaran.

Amb aquestes capacitats prèvies s'estarà ben equipat per afrontar els desafiaments i oportunitats que es presenten al camp de la IA i Big Data per a EO.

METODOLOGIES DOCENTS

Classes magistrals i/o xerrades a càrrec de professor(s)

Experiències pràctiques de laboratori

Aprenentatge sobre la base de projectes

Aprenentatge cooperatiu

OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Les imatges de satèl·lit i la teledetecció (en anglès Remote Sensing , RS) per a l'observació de la Terra (EO) s'utilitzen per adquirir informació sobre la superfície de la Terra i analitzar-ne les característiques físiques. Aquestes tecnologies permeten afrontar riscos globals que afecten la nostra societat: canvi climàtic, condicions meteorològiques extremes, pèrdua de biodiversitat, dany ambiental humà o crisi de recursos naturals [1]. Tot i això, el processament d'imatges satel·litals també es perfila com una tècnica important en sectors com l'agricultura de precisió, la hidrologia, la gestió d'infraestructures, la seguretat i assegurances marítimes o la salut, tot això amb una mida de mercat valorada en 12.400 milions de dòlars el 2019 i amb expectatives de creixement. a una taxa de creixement anual composta (CAGR) de l'11,6% del 2020 al 2027 [2].

Som a l'era del Big Earth Data o RS 2.0, on l'objectiu està passant del segment upstream centrat en els serveis de llançament i fabricació de satèl·lits als segments mid i downstream , centrats en infraestructures de gestió, processament i explotació de dades. El sistema d'accés a dades Sentinel del programa d'observació de la Terra Copernicus de la Unió Europea [3] manté un fitxer complet de gairebé 78 PB de dades, amb una taxa de publicació mensual de més de 1,23 milions de productes/mes amb un volum de 750 TB. Des de l'inici de les operacions, s'han descarregat gairebé 5 mil milions de productes, amb un volum total de 720 PB, per una comunitat de més de 170.000 usuaris. L'anàlisi i l'explotació d'aquestes dades s'enfronten a nous desafiaments i oportunitats que requereixen l'ús d'eines d'intel·ligència artificial (IA) per al processament de Big Data.

Motivada per aquestes necessitats emergents al sector públic i privat, aquesta assignatura està dissenyada per a aquells que vulguin millorar els seus coneixements en el camp de la (IA) centrant-se en les imatges satel·litàries des d'una perspectiva tècnica i amb un enfocament en el desenvolupament i pràctica humanitària , com ho exemplifiquen els Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS) de les Nacions Unides [4]. Les habilitats a IA ja són òbvies per als enginyers i científics de dades del segle XXI. En aquesta matèria, se us presentarà aquest camp de la ciència cobrint els temes i tasques més populars a Machine Learning (ML). Es proporcionaran exemples i material de programació per il·lustrar les idees exposades a l'assignatura. Aquests seran a Python utilitzant biblioteques convencionals de Codi Obert per a Ciència de Dades i basats en l'ús de Jupyter Notebooks interactius i/o Google Collab .

Objectius:

- Aprendre els conceptes bàsics de les imatges satel·litals i la interpretació de dades EO.
- Conèixer el programa EO Copernicus de la Unió Europea i els satèl·lits Sentinel
- Aprendre a descarregar, accedir i llegir imatges satel·litàries remotes i dades EO.
- Aprendre a processar imatges satel·litàries remotes i dades EO.
- Aprendre a utilitzar plataformes al núvol com Google Earth Engine per manejar grans volums de dades en el context d'imatges satel·litals i dades EO.
- Aprendre els conceptes bàsics dels models d'Intel·ligència Artificial (IA) i Aprenentatge Automàtic (ML).
- Comprendre com aplicar IA i ML a diferents aplicacions d'imatges satel·litals i dades d'EO.
- Aplicar algorismes de ML a imatges satel·litàries i dades d'EO en un estudi de cas rellevant en el marc dels ODS de l'ONU.

Referències:

- [1] "The Global Risks Report 2022", 17th Edition, World Economic Forum, 2022 [<https://www.weforum.org/reports/global-risks-report-2022>]
- [2] "Remote Sensing Technology Market Size (2020-2027)", Grand View Research, 2020 [https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/remote-sensing-technologies-market?utm_source=prnewswire&utm_medium=referral&ict_23-sept-20&utm_term=remote-sensing-technologies-market&utm_content=rd]
- [3] Copernicus program [<https://www.copernicus.eu/en>] and Copernicus dashboard [<https://dashboard.dataspace.copernicus.eu/>]
- [4] "Sustainable Development Goals", United Nations, 2022 [<https://sdgs.un.org/goals>]

HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	86,0	68.80
Hores grup gran	26,0	20.80
Hores grup petit	13,0	10.40

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

Introducció a l'Observació de la Terra i Fonaments de l'Electromagnetisme

Descripció:

Què és la teledetecció per observar la Terra?
Fonaments d'electromagnètic ones
Interacció d'ones electromagnètiques amb la superfície terrestre
Sensors remots: tecnologies i sensors

Dedicació: 3h

Grup gran/Teoria: 3h

Sistemes i Imatges d'Observació de la Terra

Descripció:

Plataformes i sensors
Missions d'observació de la Terra
El programa Copernicus i els satèl·lits Sentinel
Programes internacionals d'observació de la Terra

Dedicació: 2h

Grup gran/Teoria: 2h

Plataformes Cloud d'Explotació de Big Data

Descripció:

El nou paradigma del Big Earth Data
Els sistemes Sentinel i el programa Copèrnic. El Centre d'Accés Obert de Copernicus
Processament a gran escala
Explotació de plataformes al núvol: Google Earth Engine , openEO , WASDI

Dedicació: 3h

Grup gran/Teoria: 3h

Intel·ligència artificial i aprenentatge automàtic per a l'observació de la Terra

Descripció:

Intel·ligència artificial per a l'observació de la Terra
Introducció als algorismes d'aprenentatge automàtic
Aprenentatge supervisat i no supervisat
Aplicacions de l'aprenentatge automàtic a l'observació de la Terra

Dedicació: 7h

Grup gran/Teoria: 7h



Aprentatge profund i anàlisi de Big Data per a l'observació de la Terra

Descripció:

Introducció a l'aprenentatge profund
Xarxes neuronals i les seves aplicacions
Tècniques d'anàlisi de big data per a l'observació de la Terra

Dedicació: 7h

Grup gran/Teoria: 7h

Aplicacions i estudis de casos

Descripció:

Casos d'estudi en monitorització ambiental (boscos, agricultura, àrees urbanes)
Ús d'IA i big data per a la gestió de desastres (terratrèmols, lliscaments de terra, etc.)
Objectius de desenvolupament sostenible i observació de la Terra

Dedicació: 4h

Grup gran/Teoria: 4h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Examen final: 30%

Sessions de laboratori (1h/setmana de mitjana): 20%

Projecte de grup : 50%

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Emery, William; Camps Carmona, Adriano José; Rodriguez-Cassola, Marc. Introduction to satellite remote sensing : atmosphere, ocean, land and cryosphere applications [en línia]. Amsterdam: Elsevier, 2017 [Consulta: 26/07/2024]. Disponible a: <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=5013967>. ISBN 9780128092545.

- Igual Muñoz, Laura; Seguí Mesquida, Santi. Introduction to data science : a Python approach to concepts, techniques and applications [en línia]. Cham: Springer International Publishing, 2017 [Consulta: 26/07/2024]. Disponible a: <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=6314089>. ISBN 9783319500171.

Complementària:

- Shah, C. A hands-on introduction to machine learning. Cambridge: Cambridge University Press, 2023. ISBN 9781009123303.

- Drori, I. The science of deep learning. Cambridge: Cambridge University Press, 2023. ISBN 9781108835084.

- Géron, Aurélien. Hands-on machine learning with Scikit-Learn and TensorFlow : concepts, tools, and techniques to build intelligent systems [en línia]. 3rd ed. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc, 2023 [Consulta: 26/07/2024]. Disponible a: <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=30168989>. ISBN 9781098125974.

RECURSOS

Altres recursos:

Canal de YouTube d'IEEE GRSS <https://www.youtube.com/c/IEEEGRSS> />

Listes de reproducció seleccionades:

Materials de Capacitació en Teledetecció de l'IEEE GRSS [Anglès]



<https://www.youtube.com/playlist?list=PLjCH4zaj-OnyQtrrmRzOIJrRk4O5jGV6z> />Materials de Capacitació en Teledetecció de l'IEEE GRSS [Castellà] <https://www.youtube.com/playlist?list=PLjCH4zaj-OnzXWLhcer4DvUtGBSbOWXx5> />Escola AMERSIE 2020 sobre "Mètodes avançats d'extracció d'informació per teledetecció" [Anglès] https://www.youtube.com/playlist?list=PLjCH4zaj-Onx9BWmO13F_ZN1Uraqmd8LT />1ra Escola IEEE GRSS IADF sobre Visió per Ordinador per a l'Observació de la Terra [Anglès] <https://www.youtube.com/playlist?list=PLjCH4zaj-OnyYSYdRICAd4VQccfpA6UsD> />