

**FITXA IDENTIFICATIVA****Dades de l'Assignatura**

<b>Codi</b>	36441
<b>Nom</b>	Aprenentatge profund
<b>Cicle</b>	Grau
<b>Crèdits ECTS</b>	4.5
<b>Curs acadèmic</b>	2023 - 2024

**Titulació/titulacions**

<b>Titulació</b>	<b>Centre</b>	<b>Curs</b>	<b>Període</b>
1406 - Grau en Ciència de Dades	Escola Tècnica Superior d'Enginyeria	4	Segon quadrimestre

**Matèries**

<b>Titulació</b>	<b>Matèria</b>	<b>Caràcter</b>
1406 - Grau en Ciència de Dades	18 - Aprenentatge profund	Optativa

**Coordinació**

<b>Nom</b>	<b>Departament</b>
LAPARRA PEREZ-MUELAS, VALERO	242 - Enginyeria Electrònica
MARTIN GUERRERO, JOSE DAVID	242 - Enginyeria Electrònica
SORIA OLIVAS, EMILIO	242 - Enginyeria Electrònica

**RESUM**

L'assignatura “Aprenentatge Profund (AP)” tracta probablement el tema més popular dins de l'aprenentatge automàtic. La idea bàsica de l'AP és construir xarxes neuronals (ja estudiades en l'assignatura “Models connexionistes”, de tercer curs del grau) però amb la particularitat que hi ha un gran nombre de connexions entre les neurones com a resultat d'utilitzar arquitectures amb múltiples capes.

La idea d'utilitzar este tipus d'arquitectures no és nova; des dels alhors de la investigació en xarxes neuronals, resultava lògic pensar que una major connectivitat repercutiria en una major capacitat de modelat. A les dificultats tecnològiques per l'alta capacitat de càlcul requerida, s'unia el fet de no tindre mètodes efectius d'entrenament, per la qual cosa no va ser fins que estos problemes es van començar a resoldre entre 2005 i 2010, quan l'AP començà a utilitzar-se en diferents problemes pràctics.

Els espectaculars resultats en aplicacions fins a la data inabordables com la segmentació o classificació d'imatges, la traducció automàtica o l'anàlisi de sentiments han fet d'esta disciplina una de les més actives



a nivell acadèmic (amb nombroses propostes noves i publicacions associades , tecnològic (on l'ús rutinari de GPUs ha permès la seua utilització en problemes cada vegada més complexos) i social (ja que moltes aplicacions s'han estés de manera sistemàtica) .

A priori, qualsevol problema susceptible de ser resolt mitjançant una xarxa neuronal no profunda, pot ser també resolt per AP, amb una major capacitat de modelat si el conjunt de dades és prou gran i divers. No obstant això, la majoria d'aplicacions solen estar relacionades amb imatges i predicció de seqüències temporals (molt habitualment dins del processament de llenguatge natural).

Les aproximacions principals a l'AP són les següents:

- Autoencoders.
- Xarxes convolucionals.
- Xarxes recurrents.
- Aproximacions generatives.

L'assignatura mamprendrà introduint i revisant els conceptes més importants a tindre en compte en l'AP, el tipus d'aplicacions habituals i quina solució és la més habitual per a cada tipus d'aplicacions. Una vegada presentat l'entorn de treball, es revisaran ràpidament les xarxes convolucionals, ja introduïdes en l'assignatura "Models Connexionistes", i es descriuran amb més detall la resta d'aproximacions. Finalment, s'introduiran aproximacions relacionades amb altres tipus d'aprenentatge, com l'Aprenentatge per Reforç Profund.

En les classes pràctiques es reforçaran els conceptes introduïts en teoria amb la implementació en Python de models de cada una de les aproximacions per a resoldre una sèrie de problemes pràctics; alguns més acadèmics per a assentar les nocions teòriques i altres més pràctics de problemes reals per a mostrar l'aplicabilitat i versatilitat de l'AP.

Les classes de teoria s'impartiran en castellà, i les classes pràctiques i de laboratori segons consta en la fitxa de l'assignatura disponible en la web del grau.

## CONEXEMENTS PREVIS

### Relació amb altres assignatures de la mateixa titulació

No heu especificat les restriccions de matrícula amb altres assignatures del pla d'estudis.

### Altres tipus de requisits

L'assignatura és de caràcter optatiu i s'emmarca en el 4t curs del grau, on per tant s'assumix que l'estudiant ja ha assolit els coneixements bàsics per a desenvolupar la seua activitat professional com a científic de dades. L'assignatura pot vore's com una extensió de dues assignatures de tercer (36426 - Aprenentatge Màquina; i especialment 36428 - Models Connexionistes) . Per tant, és altament recomanable que els estudiants matriculats en AP hagen superat ambdues assignatures per a poder seguir-la

**COMPETÈNCIES (RD 1393/2007) // RESULTATS DE L'APRENTATGE (RD 822/2021)****1406 - Grau en Ciència de Dades**

- (CG02) Capacitat de resoldre problemes amb iniciativa, creativitat, i de comunicar i transmetre coneixements, habilitats i destreses, comprenent la responsabilitat ètica i professional de l'activitat del Científic de Dades.
- (CG03) Capacitat per a la realització de models, càlculs, informes, planificació de tasques i altres treballs anàlegs en l'àmbit específic de la Ciència de Dades.
- (CT03) Habilitat per defensar el seu treball amb rigor i arguments, exposant-ho de forma adequada i precisa, recolzant-se en els mitjans necessaris.
- (CT05) Capacitat per avaluar els avantatges i inconvenients de diferents alternatives metodològiques i/o tecnològiques en diferents àmbits d'aplicació.
- (CE03) Capacitat per resoldre problemes de classificació, modelització, segmentació i predicció a partir d'un conjunt de dades.
- (CE07) Capacitat per modelar la dependència entre una variable resposta i diverses variables explicatives, en conjunts de dades complexes, mitjançant tècniques d'aprenentatge màquina, interpretant els resultats obtinguts.
- (CE13) Saber dissenyar, aplicar i avaluar algorismes de Ciència de Dades per a la resolució de problemes complexos.
- (CB3) Que els estudiants tinguen la capacitat d'arreglar i interpretar dades rellevants (normalment dins de la seua àrea d'estudi) per emetre judicis que incloguen una reflexió sobre temes rellevants d'índole social, científica o ètica.
- (CB4) Que els estudiants puguen transmetre informació, idees, problemes i solucions a un públic tant especialitzat com no especialitzat.

**RESULTATS D'APRENTATGE (RD 1393/2007) // SENSE CONTINGUT (RD 822/2021)**

Els resultats d'aprenentatge (RA) més importants de l'assignatura són:

- RA1: Aprendre les principals arquitectures neuronals profundes.
- RA2: Conèixer els problemes de l'aprenentatge profund i les seues solucions.
- RA3: Conèixer els principals algorismes de xarxes recurrents.

Cadascun d'estos tres resultats permet en major o menor mesura adquirir totes les competències de l'assignatura. En particular:

- RA1 (CG2, CB3, CB4, CT3, CE3) és fonamental perquè l'estudiant siga capaç de saber en quines situacions es pot abordar un problema basat en dades amb AP.
- RA2 (CG2, CG3, CB3, CB4, CT3, CT5, CE3, CE7, CE13) permetrà a l'alumne decidir quina aproximació d'AP és més adequada per a resoldre un problema basat en anàlisi de dades, tenint en compte els avantatges que pot aportar quant a modelat, els inconvenients i les possibles solucions a estos.
- RA3 (CG2, CG3, CB3, CB4, CT3, CT5, CE3, CE7, CE13) se centra fonamentalment en una de les



aproximacions més importants de l'AP, com ara la de les xarxes recurrents per a la predicció de seqüències.

## DESCRIPCIÓ DE CONTINGUTS

### 1. Introducció

1. El marc de l'aprenentatge profund.
  - Definicions.
  - Xarxes neuronals superficials i profundes.
  - Xarxes profundes front a mètodes kernel.
  - Paral·lelització.
2. Contribucions rellevants.
  - Funcions d'activació lineals rectificades: RELU i variants.
  - Dropout.
  - Flexibilitat del modelat i transfer learning.
3. Revisió de xarxes neuronals convolucionals.
4. Aplicacions destacades.

### 2. Xarxes recurrents

1. Predicció de seqüències temporals.
2. Xarxes recurrents profundes per a la predicció de seqüències de longitud variable.
3. Control del gradient
  - Esvaïment i creixement descontrolat del gradient.
  - La xarxa LSTM (Long Short-Term Memory)
  - La xarxa GRU (Gated Recurrent Unit) .
4. Models d'atenció: xarxes Transformer.

### 3. Autoencoders

1. Justificació i necessitat dels autoencoders. Aproximacions principals.
2. Autoencoders lineals i no lineals.
3. Autoencoders variacionals.



#### 4. Aproximacions generatives

1. Aproximacions generatives front a discriminatives.
2. Xarxes generatives antagòniques: GAN.
3. Variants de GAN.

#### 5. Aprenentatge per reforç profund

1. Revisió d'aprenentatge per reforç.
2. Aproximacions profundes.

#### 6. Pràctiques de laboratori

Les pràctiques de laboratori permetran assentar els coneixements estudiats en teoria mitjançant la implementació de models i la resolució pràctica de problemes acadèmics i reals. Es realitzaran cinc pràctiques de laboratori:

1. Xarxes convolucionals.
2. Xarxes recurrents i transfer learning.
3. Autoencoders.
4. Xarxes GAN.
5. Aprenentatge per reforç profund.

### VOLUM DE TREBALL

ACTIVITAT	Hores	% Presencial
Classes de teoria	25,00	100
Pràctiques en laboratori	15,00	100
Pràctiques en aula	5,00	100
Assistència a esdeveniments i activitats externes	2,00	0
Elaboració de treballs en grup	5,00	0
Elaboració de treballs individuals	4,00	0
Estudi i treball autònom	28,00	0
Lectures de material complementari	2,00	0
Preparació d'activitats d'avaluació	15,00	0



Preparació de classes de teoria	2,50	0
Preparació de classes pràctiques i de problemes	2,50	0
Resolució de casos pràctics	5,00	0
Resolució de qüestionaris on-line	1,50	0
<b>TOTAL</b>	<b>112,50</b>	

## METODOLOGIA DOCENT

Les metodologies docents utilitzades en esta assignatura són:

MD1 - Activitats teòriques (CG3, CB4, CT3, CT5, CE3, CE7, CE13): Desenvolupament expositiu de la matèria amb la participació de l'estudiant en la resolució de qüestions puntuals. Realització de qüestionaris individuals d'avaluació.

MD2 - Activitats pràctiques (CG2, CB3, CT5, CE3, CE7, CE13): Aprenentatge mitjançant la resolució de problemes, exercicis i casos d'estudi, amb els quals s'adquireixen competències sobre els diferents aspectes de la matèria.

MD4 - Treballs en laboratori i/o aula ordinador (CG2, CG3, CB3, CB4, CT3, CT5, CE3, CE7, CE13) : Aprenentatge mitjançant la realització d'activitats exercides de forma individual o en grups reduïts i dutes a terme en laboratoris i/o aules d'ordinador.

## AVALUACIÓ

La qualificació final de l'assignatura s'obtindrà com a resultat de la mitjana ponderada entre les parts de teoria i de pràctiques. D'acord amb els crèdits assignats a cada part, la teoria tindrà una representació de 2/3 en la nota final i la pràctica el terç restant.

La nota de teoria corresponent a la primera convocatòria eixirà com resultat de:

- SE1 (30%; CG2, CG3, CB3, CB4, CT5, CE3, CE7, CE13) : Proves objectives, consistents en un o més exàmens de qüestions teòriques, problemes sintètics i problemes pràctics reals. Per tal de superar l'assignatura, s'exigirà una qualificació mínima de 4 (sobre 10) en esta part.
- SE2 (60%; CG2, CG3, CB3, CB4, CT3, CT5, CE3, CE7, CE13) : Treballs, memòries i exposicions orals.
- SE3 (10%; CG2, CB4, CT3, CE3, CE7, CE13) : Avaluació contínua de cada alumne, basada en la participació i grau d'implicació de l'alumne en el procés d'ensenyament-aprenentatge tenint en compte l'assistència regular a les activitats presencials previstes i la resolució de qüestions i problemes proposats periòdicament.

Respecte a la qualificació de pràctiques, el 40% de la nota correspondrà amb SE2 (CG2, CG3, CB3, CB4, CT3, CT5, CE3, CE7, CE13) i el 60% amb SE1 (CG2, CG3, CB3, CB4, CT5, CE3, CE7, CE13). Per tal de superar l'assignatura, s'exigirà una qualificació mínima de 4 (sobre 10) en SE1. Del 40% corresponent a l'avaluació contínua, el 70% correspondrà amb la realització dels exercicis proposats en la sessió de pràctiques, que podran ser avaluats pel professor a la finalització de la pràctica. El 30% restant provindrà de la preparació prèvia a la sessió de pràctiques i que s'avaluarà ràpidament al principi de cada sessió de pràctiques. Les pràctiques poden realitzar-se de manera individual o per parelles; SE1 s'avaluarà



individualment. A més, el professor pot optar per a avaluar de manera individual les sessions regulars de pràctiques encara que estes s'hagen desenvolupat per grups de dos estudiants.

La segona convocatòria s'avaluarà igual que la primera amb l'excepció que en la part de teoria, SE1 tindrà un pes del 40% i SE3 del 0%; en la part de pràctiques el 20% correspondrà a SE2, i el 80% a SE1.

En tot cas, el sistema d'avaluació es regirà pel que estableix el Reglament d'Avaluació i Qualificació de la Universitat de València per a Graus i Màsters

(<https://webges.uv.es/uvTaeWeb/MuestraInformacionEdictoPublicoFrontAction.do?action=inicio&idEdictoSeleccionado=5639>).

## REFERÈNCIES

### Bàsiques

- Ian Goodfellow, Yoshua Bengio and Aaron Courville (2016). Deep learning. The MIT Press.
- Valentina Emilia Balas, Sanjiban Sekhar Roy, Dharmendra Sharma, Pijush Samui (2019). Handbook of Deep Learning Applications. Springer
- Nikhil Ketkar (2017). Deep learning with Python: a hands-on introduction. Apress.
- Charu C. Aggarwal (2018). Neural Networks and Deep Learning: A Textbook. Springer.

### Complementàries

- Kaizhu Huang, Amir Hussain, Qiu-Feng Wang, Rui Zhang (2019). Deep Learning: Fundamentals, Theory and Applications. Springer.
- Ovidiu Calin (2020). Deep Learning Architectures: A Mathematical Approach. Springer.
- Santanu Pattanayak (2017). Pro Deep Learning with TensorFlow: A Mathematical Approach to Advanced Artificial Intelligence in Python. Apress.