

Guia docent

270415 - XNDL - Xarxes Neuronals i Deep Learning

Última modificació: 03/02/2025

Unitat responsable: Facultat d'Informàtica de Barcelona
Unitat que imparteix: 723 - CS - Departament de Ciències de la Computació.
Titulació: GRAU EN INTEL·LIGÈNCIA ARTIFICIAL (Pla 2021). (Assignatura obligatòria).
Curs: 2024 **Crèdits ECTS:** 6.0 **Idiomes:** Català

PROFESSORAT

Professorat responsable: LUIS ANTONIO BELANCHE MUÑOZ

Altres:

CAPACITATS PRÈVIES

Coneixement d'aprenentatge automàtica i algorismes bàsics de la IA.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:

CE01. Resoldre els problemes matemàtics que puguin plantejar-se en l'àmbit de la intel·ligència artificial. Aplicar els coneixements sobre: àlgebra, càlcul diferencial i integral i mètodes numèrics; estadística i optimització.
CE12. Dominar els principis fonamentals i models de la computació i saber-los aplicar per a interpretar, seleccionar, valorar, modelar, i crear nous conceptes, teories, usos i desenvolupaments tecnològics relacionats amb la intel·ligència artificial.
CE13. Avaluar la complexitat computacional d'un problema, identificar estratègies algorítmiques que puguin conduir a la seva resolució i recomanar, desenvolupar i implementar aquella que garanteixi el millor rendiment d'acord amb els requisits establerts.
CE15. Adquirir, formalitzar i representar el coneixement humà en una forma computable per a la resolució de problemes mitjançant un sistema informàtic en qualsevol àmbit d'aplicació, particularment els relacionats amb aspectes de computació, percepció i actuació en ambients o entorns intel·ligents.
CE18. Adquirir i desenvolupar tècniques d'aprenentatge computacional i dissenyar i implementar aplicacions i sistemes que les utilitzin, incloent les dedicades a extracció automàtica d'informació i coneixement a partir de grans volums de dades.
CE20. Triar i emprar Tècniques de Modelització estadística i anàlisi de dades, avaluant la qualitat dels models, validant-i interpretant.
CE26. Dissenyar i aplicar tècniques de processat i anàlisi d'imatges i visió per computador en l'àmbit de la intel·ligència artificial i la robòtica

Genèriques:

CG4. Raonar, analitzant la realitat i dissenyant algorismes i formulacions que la modelin. Identificar problemes i construir solucions algorísmiques o matemàtiques vàlides, eventualment noves, integrant el coneixement multidisciplinari necessari, valorant diferents alternatives amb esperit crític, justificant les decisions preses, interpretant i sintetitzant els resultats en el context de l' domini d'aplicació i establint generalitzacions metodològiques a partir de aplicacions concretes.
CG8. Observar un exercici ètic de la professió en totes les seves facetes, aplicant criteris ètics en el disseny de sistemes, algorismes, experiments, utilització de dades, d'acord amb els sistemes ètics recomanats pels organismes nacionals i internacionals, amb especial èmfasi en seguretat, robustesa, privacitat, transparència, traçabilitat, prevenció de biaixos (de raça, gènere, religió, territori, etc.) i respecte als drets humans.
CG9. Afrontar nous reptes amb una visió àmplia de les possibilitats de la carrera professional en l'àmbit de la Intel·ligència Artificial. Desenvolupar l'activitat aplicant criteris de qualitat i millora contínua, i actuar amb rigor en el desenvolupament professional. Adaptar-se als canvis organitzatius o tecnològics. Treballar en situacions de carència d'informació i/o amb restriccions temporals i/o de recursos.

Transversals:

CT5. Ús solvent dels recursos d'informació. Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació en l'àmbit de l'especialitat i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

Bàsiques:

CB3. Que els estudiants tinguin la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants (normalment dins la seva àrea d'estudi) per emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes rellevants d'índole social, científica o ètica.

METODOLOGIES DOCENTS

El curs aprofundeix en un dels paradigmes d'aprenentatge automàtic més importants avui dia: les xarxes neuronals artificials, amb una base sòlida en probabilitat, estadística i matemàtiques. La teoria s'introdueix a classes magistrals on el professor exposa els conceptes. Aquests conceptes es posen en pràctica a les classes de laboratori, on l'alumne aprèn a desenvolupar solucions d'aprenentatge automàtic a problemes reals de certa complexitat. Els estudiants han de treballar i lliurar un projecte al final del curs.

OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

- 1.Saber identificar un problema d'anàlisi de dades i resoldre'l de principi a fi (end to end)
- 2.Conèixer els fonaments teòrics de les xarxes neuronals com a models d'aprenentatge automàtic
- 3.Conèixer i comprendre els àmbits d'aplicació de les xarxes neuronals i saber desenvolupar solucions a problemes concrets
- 4.Saber dissenyar solucions per problemes relacionats amb el llenguatge, la imatge o el so

HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	30,0	20.00
Hores grup petit	30,0	20.00
Hores aprenentatge autònom	90,0	60.00

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS

Conceptes generals d'aprenentatge automàtic

Descripció:

Repàs als conceptes teòrics generals d'aprenentatge automàtic. L'aprenentatge com a problema d'optimització. Interpretació bayesiana del problema d'aprenentatge. Models lineals generalitzats.

Fonaments de les xarxes neuronals artificials.

Descripció:

Fonaments de les xarxes neuronals artificials. Conceptes biològics bàsics. Model McCulloch-Pitts. Implicacions cognitives i computacionals. Xarxes de Lippmann. Funcions de pèrdua, funcions d'activació.

Xarxes neuronals feed-forward

Descripció:

Xarxes neuronals feed-forward.
Xarxes lineals (I): el Perceptró.
Xarxes lineals (II): la regla Delta.
Perceptrons multicapa i retropropagació.
Descens de gradients i variants.
Altres optimitzadors: pseudo-Newton, CG, Rprop.
Autoencoders.
Xarxes de funcions de base radial.
Màquines de vectors suport.
Xarxes convolucionals.
Bones pràctiques experimentals.

Xarxes neuronals recurrents

Descripció:

Xarxes neuronals recurrents. Xarxes de Hopfield.
Xarxes associatives bidireccionals.
Xarxes de memòria a curt termini (LSTM).

ACTIVITATS

Classes teòriques

Descripció:

Desenvolupament de les classes teòriques en les hores assignades. Es tracta de classes eminentment magistrals recolzades per projeccions i pissarra.

Objectius específics:

1, 2, 3, 4

Competències relacionades:

CG4. Raonar, analitzant la realitat i dissenyant algorismes i formulacions que la modelin. Identificar problemes i construir solucions algorísmiques o matemàtiques vàlides, eventualment noves, integrant el coneixement multidisciplinari necessari, valorant diferents alternatives amb esperit crític, justificant les decisions preses, interpretant i sintetitzant els resultats en el context de l'omini d'aplicació i establint generalitzacions metodològiques a partir de aplicacions concretes.

CG9. Afrontar nous reptes amb una visió àmplia de les possibilitats de la carrera professional en l'àmbit de la Intel·ligència Artificial. Desenvolupar l'activitat aplicant criteris de qualitat i millora contínua, i actuar amb rigor en el desenvolupament professional. Adaptar-se als canvis organitzatius o tecnològics. Treballar en situacions de carència d'informació i/o amb restriccions temporals i/o de recursos.

CG8. Observar un exercici ètic de la professió en totes les seves facetes, aplicant criteris ètics en el disseny de sistemes, algorismes, experiments, utilització de dades, d'acord amb els sistemes ètics recomanats pels organismes nacionals i internacionals, amb especial èmfasi en seguretat, robustesa, privacitat, transparència, traçabilitat, prevenció de biaixos (de raça, gènere, religió, territori, etc.) i respecte als drets humans.

CE15. Adquirir, formalitzar i representar el coneixement humà en una forma computable per a la resolució de problemes mitjançant un sistema informàtic en qualsevol àmbit d'aplicació, particularment els relacionats amb aspectes de computació, percepció i actuació en ambients o entorns intel·ligents.

CE18. Adquirir i desenvolupar tècniques d'aprenentatge computacional i dissenyar i implementar aplicacions i sistemes que les utilitzin, incloent les dedicades a extracció automàtica d'informació i coneixement a partir de grans volums de dades.

CE12. Dominar els principis fonamentals i models de la computació i saber-los aplicar per a interpretar, seleccionar, valorar, modelar, i crear nous conceptes, teories, usos i desenvolupaments tecnològics relacionats amb la intel·ligència artificial.

CE01. Resoldre els problemes matemàtics que puguin plantejar-se en l'àmbit de la intel·ligència artificial. Aplicar els coneixements sobre: àlgebra, càlcul diferencial i integral i mètodes numèrics; estadística i optimització.

CE20. Triar i emprar Tècniques de Modelització estadística i anàlisi de dades, avaluant la qualitat dels models, validant-i interpretant.

CE26. Dissenyar i aplicar tècniques de processat i anàlisi d'imatges i visió per computador en l'àmbit de la intel·ligència artificial i la robòtica

CE13. Avaluar la complexitat computacional d'un problema, identificar estratègies algorítmiques que puguin conduir a la seva resolució i recomanar, desenvolupar i implementar aquella que garanteixi el millor rendiment d'acord amb els requisits establerts.

CT5. Ús solent dels recursos d'informació. Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació en l'àmbit de l'especialitat i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

CB3. Que els estudiants tinguin la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants (normalment dins la seva àrea d'estudi) per emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes rellevants d'índole social, científica o ètica.

Dedicació: 63h

Grup gran/Teoria: 28h

Aprenentatge autònom: 35h

Classes de laboratori

Descripció:

Exemples d'aplicació dels conceptes vistos a les classes de teoria. Explicacions relatives a o els llenguatges de programació triats. Explicacions addicionals rellevants per l'assignatura: bones pràctiques, metodologia experimental, etc.

Objectius específics:

1, 4

Competències relacionades:

CG4. Raonar, analitzant la realitat i dissenyant algorismes i formulacions que la modelin. Identificar problemes i construir solucions algorísmiques o matemàtiques vàlides, eventualment noves, integrant el coneixement multidisciplinari necessari, valorant diferents alternatives amb esperit crític, justificant les decisions preses, interpretant i sintetitzant els resultats en el context de l'àmbit d'aplicació i establint generalitzacions metodològiques a partir de aplicacions concretes.

CG9. Afrontar nous reptes amb una visió àmplia de les possibilitats de la carrera professional en l'àmbit de la Intel·ligència Artificial. Desenvolupar l'activitat aplicant criteris de qualitat i millora contínua, i actuar amb rigor en el desenvolupament professional. Adaptar-se als canvis organitzatius o tecnològics. Treballar en situacions de carència d'informació i/o amb restriccions temporals i/o de recursos.

CG8. Observar un exercici ètic de la professió en totes les seves facetes, aplicant criteris ètics en el disseny de sistemes, algorismes, experiments, utilització de dades, d'acord amb els sistemes ètics recomanats pels organismes nacionals i internacionals, amb especial èmfasi en seguretat, robustesa, privacitat, transparència, traçabilitat, prevenció de biaixos (de raça, gènere, religió, territori, etc.) i respecte als drets humans.

CE15. Adquirir, formalitzar i representar el coneixement humà en una forma computable per a la resolució de problemes mitjançant un sistema informàtic en qualsevol àmbit d'aplicació, particularment els relacionats amb aspectes de computació, percepció i actuació en ambients o entorns intel·ligents.

CE18. Adquirir i desenvolupar tècniques d'aprenentatge computacional i dissenyar i implementar aplicacions i sistemes que les utilitzin, incloent les dedicades a extracció automàtica d'informació i coneixement a partir de grans volums de dades.

CE26. Dissenyar i aplicar tècniques de processat i anàlisi d'imatges i visió per computador en l'àmbit de la intel·ligència artificial i la robòtica

CE13. Avaluar la complexitat computacional d'un problema, identificar estratègies algorítmiques que puguin conduir a la seva resolució i recomanar, desenvolupar i implementar aquella que garanteixi el millor rendiment d'acord amb els requisits establerts.

CT5. Ús solvent dels recursos d'informació. Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació en l'àmbit de l'especialitat i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

CB3. Que els estudiants tinguin la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants (normalment dins la seva àrea d'estudi) per emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes rellevants d'índole social, científica o ètica.

Dedicació: 53h

Grup petit/Laboratori: 28h

Aprenentatge autònom: 25h

Examen parcial

Descripció:

Examen parcial (a mitjans de quadrimestre) que cobreix tot el temari vist fins aquell moment, o una mica abans, a criteri del professor. L'examen es farà en aula de laboratori i pot consistir en preguntes de teoria, metodològiques o pràctiques.

Objectius específics:

1, 2, 3

Competències relacionades:

CG4. Raonar, analitzant la realitat i dissenyant algorismes i formulacions que la modelin. Identificar problemes i construir solucions algorísmiques o matemàtiques vàlides, eventualment noves, integrant el coneixement multidisciplinari necessari, valorant diferents alternatives amb esperit crític, justificant les decisions preses, interpretant i sintetitzant els resultats en el context de l'àmbit d'aplicació i establint generalitzacions metodològiques a partir de aplicacions concretes.

CG9. Afrontar nous reptes amb una visió àmplia de les possibilitats de la carrera professional en l'àmbit de la Intel·ligència Artificial. Desenvolupar l'activitat aplicant criteris de qualitat i millora contínua, i actuar amb rigor en el desenvolupament professional. Adaptar-se als canvis organitzatius o tecnològics. Treballar en situacions de carència d'informació i/o amb restriccions temporals i/o de recursos.

CG8. Observar un exercici ètic de la professió en totes les seves facetes, aplicant criteris ètics en el disseny de sistemes, algorismes, experiments, utilització de dades, d'acord amb els sistemes ètics recomanats pels organismes nacionals i internacionals, amb especial èmfasi en seguretat, robustesa, privacitat, transparència, traçabilitat, prevenció de biaixos (de raça, gènere, religió, territori, etc.) i respecte als drets humans.

CE15. Adquirir, formalitzar i representar el coneixement humà en una forma computable per a la resolució de problemes mitjançant un sistema informàtic en qualsevol àmbit d'aplicació, particularment els relacionats amb aspectes de computació, percepció i actuació en ambients o entorns intel·ligents.

CE18. Adquirir i desenvolupar tècniques d'aprenentatge computacional i dissenyar i implementar aplicacions i sistemes que les utilitzin, incloent les dedicades a extracció automàtica d'informació i coneixement a partir de grans volums de dades.

CE12. Dominar els principis fonamentals i models de la computació i saber-los aplicar per a interpretar, seleccionar, valorar, modelar, i crear nous conceptes, teories, usos i desenvolupaments tecnològics relacionats amb la intel·ligència artificial.

CE01. Resoldre els problemes matemàtics que puguin plantejar-se en l'àmbit de la intel·ligència artificial. Aplicar els coneixements sobre: àlgebra, càlcul diferencial i integral i mètodes numèrics; estadística i optimització.

CE20. Triar i emprar Tècniques de Modelització estadística i anàlisi de dades, avaluant la qualitat dels models, validant-i interpretant.

CE26. Dissenyar i aplicar tècniques de processat i anàlisi d'imatges i visió per computador en l'àmbit de la intel·ligència artificial i la robòtica

CE13. Avaluar la complexitat computacional d'un problema, identificar estratègies algorítmiques que puguin conduir a la seva resolució i recomanar, desenvolupar i implementar aquella que garanteixi el millor rendiment d'acord amb els requisits establerts.

CT5. Ús solvent dels recursos d'informació. Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació en l'àmbit de l'especialitat i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

Dedicació: 2h

Activitats dirigides: 2h

Examen final

Descripció:

Examen final (en època d'exàmens finals) que cobreix tot el temari vist a l'assignatura. L'examen es farà en aula de teoria i pot consistir en preguntes de teoria o metodològiques.

Objectius específics:

1, 2, 3, 4

Competències relacionades:

CG4. Raonar, analitzant la realitat i dissenyant algorismes i formulacions que la modelin. Identificar problemes i construir solucions algorísmiques o matemàtiques vàlides, eventualment noves, integrant el coneixement multidisciplinari necessari, valorant diferents alternatives amb esperit crític, justificant les decisions preses, interpretant i sintetitzant els resultats en el context de l'àmbit d'aplicació i establint generalitzacions metodològiques a partir de aplicacions concretes.

CG9. Afrontar nous reptes amb una visió àmplia de les possibilitats de la carrera professional en l'àmbit de la Intel·ligència Artificial. Desenvolupar l'activitat aplicant criteris de qualitat i millora contínua, i actuar amb rigor en el desenvolupament professional. Adaptar-se als canvis organitzatius o tecnològics. Treballar en situacions de carència d'informació i/o amb restriccions temporals i/o de recursos.

CG8. Observar un exercici ètic de la professió en totes les seves facetes, aplicant criteris ètics en el disseny de sistemes, algorismes, experiments, utilització de dades, d'acord amb els sistemes ètics recomanats pels organismes nacionals i internacionals, amb especial èmfasi en seguretat, robustesa, privacitat, transparència, traçabilitat, prevenció de biaixos (de raça, gènere, religió, territori, etc.) i respecte als drets humans.

CE15. Adquirir, formalitzar i representar el coneixement humà en una forma computable per a la resolució de problemes mitjançant un sistema informàtic en qualsevol àmbit d'aplicació, particularment els relacionats amb aspectes de computació, percepció i actuació en ambients o entorns intel·ligents.

CE18. Adquirir i desenvolupar tècniques d'aprenentatge computacional i dissenyar i implementar aplicacions i sistemes que les utilitzin, incloent les dedicades a extracció automàtica d'informació i coneixement a partir de grans volums de dades.

CE12. Dominar els principis fonamentals i models de la computació i saber-los aplicar per a interpretar, seleccionar, valorar, modelar, i crear nous conceptes, teories, usos i desenvolupaments tecnològics relacionats amb la intel·ligència artificial.

CE01. Resoldre els problemes matemàtics que puguin plantejar-se en l'àmbit de la intel·ligència artificial. Aplicar els coneixements sobre: àlgebra, càlcul diferencial i integral i mètodes numèrics; estadística i optimització.

CE20. Triar i emprar Tècniques de Modelització estadística i anàlisi de dades, avaluant la qualitat dels models, validant-i interpretant.

CE26. Dissenyar i aplicar tècniques de processat i anàlisi d'imatges i visió per computador en l'àmbit de la intel·ligència artificial i la robòtica

CE13. Avaluar la complexitat computacional d'un problema, identificar estratègies algorítmiques que puguin conduir a la seva resolució i recomanar, desenvolupar i implementar aquella que garanteixi el millor rendiment d'acord amb els requisits establerts.

CT5. Ús solent dels recursos d'informació. Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació en l'àmbit de l'especialitat i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

CB3. Que els estudiants tinguin la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants (normalment dins la seva àrea d'estudi) per emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes rellevants d'índole social, científica o ètica.

Dedicació: 2h

Activitats dirigides: 2h

Pràctica de l'assignatura

Descripció:

Desenvolupament d'un treball pràctica on demostrar que es saben aplicar els conceptes, mètodes i tècniques propis de l'assignatura.

Objectius específics:

1, 4

Competències relacionades:

CG4. Raonar, analitzant la realitat i dissenyant algorismes i formulacions que la modelin. Identificar problemes i construir solucions algorísmiques o matemàtiques vàlides, eventualment noves, integrant el coneixement multidisciplinari necessari, valorant diferents alternatives amb esperit crític, justificant les decisions preses, interpretant i sintetitzant els resultats en el context de l'àmbit d'aplicació i establint generalitzacions metodològiques a partir de aplicacions concretes.

CG9. Afrontar nous reptes amb una visió àmplia de les possibilitats de la carrera professional en l'àmbit de la Intel·ligència Artificial. Desenvolupar l'activitat aplicant criteris de qualitat i millora contínua, i actuar amb rigor en el desenvolupament professional. Adaptar-se als canvis organitzatius o tecnològics. Treballar en situacions de carència d'informació i/o amb restriccions temporals i/o de recursos.

CG8. Observar un exercici ètic de la professió en totes les seves facetes, aplicant criteris ètics en el disseny de sistemes, algorismes, experiments, utilització de dades, d'acord amb els sistemes ètics recomanats pels organismes nacionals i internacionals, amb especial èmfasi en seguretat, robustesa, privacitat, transparència, traçabilitat, prevenció de biaixos (de raça, gènere, religió, territori, etc.) i respecte als drets humans.

CE15. Adquirir, formalitzar i representar el coneixement humà en una forma computable per a la resolució de problemes mitjançant un sistema informàtic en qualsevol àmbit d'aplicació, particularment els relacionats amb aspectes de computació, percepció i actuació en ambients o entorns intel·ligents.

CE18. Adquirir i desenvolupar tècniques d'aprenentatge computacional i dissenyar i implementar aplicacions i sistemes que les utilitzin, incloent les dedicades a extracció automàtica d'informació i coneixement a partir de grans volums de dades.

CE26. Dissenyar i aplicar tècniques de processat i anàlisi d'imatges i visió per computador en l'àmbit de la intel·ligència artificial i la robòtica

CE13. Avaluar la complexitat computacional d'un problema, identificar estratègies algorítmiques que puguin conduir a la seva resolució i recomanar, desenvolupar i implementar aquella que garanteixi el millor rendiment d'acord amb els requisits establerts.

CT5. Ús solvent dels recursos d'informació. Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació en l'àmbit de l'especialitat i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

CB3. Que els estudiants tinguin la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants (normalment dins la seva àrea d'estudi) per emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes rellevants d'índole social, científica o ètica.

Dedicació: 30h

Aprenentatge autònom: 30h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

El curs es qualifica de la següent manera:

P = Nota de l'examen (control) parcial

F = Nota de l'examen final

T = Nota del treball pràctic

Nota final = 40% T + 40% F + 20% P

Reavaluació:

Només es pot presentar a l'examen de reavaluació qui prèviament s'hagi presentat a l'examen final i l'hagi suspès (no val un NP).



BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Bishop, Christopher M. Pattern recognition and machine learning. New York : Springer: Springer, cop. 2006. ISBN 0387310738.
- Goodfellow, Ian; Bengio, Yoshua; Courville, Aaron. Deep learning. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2016. ISBN 9780262035613.
- Aggarwal, Charu C. Neural networks and deep learning : a textbook [en línia]. 2nd ed. Cham: Springer, 2023 [Consulta: 05/03/2025]. Disponible a : <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=30620507>. ISBN 9783031296420.
- Haykin, Simon S. Neural networks and learning machines. 3rd ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, cop. 2009. ISBN 9780131471399.