

Guia docent

270423 - CAP - Computació d'Altes Prestacions

Última modificació: 10/07/2024

Unitat responsable: Facultat d'Informàtica de Barcelona
Unitat que imparteix: 701 - DAC - Departament d'Arquitectura de Computadors.
Titulació: GRAU EN INTEL·LIGÈNCIA ARTIFICIAL (Pla 2021). (Assignatura obligatòria).
Curs: 2024 **Crèdits ECTS:** 6.0 **Idiomes:** Català

PROFESSORAT

Professorat responsable: JOSEP LLUÍS BERRAL GARCÍA
Altres: Primer quadrimestre:
JOSEP LLUÍS BERRAL GARCÍA - 11, 12
JORDI TORRES VIÑALS - 11, 12

CAPACITATS PRÈVIES

Haver cursat les assignatures de Fonaments de Computadors, així com Paral·lelisme i Sistemes Distribuïts.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:

CE05. Analitzar i avaluar l'estructura i arquitectura dels computadors, així com els components bàsics que conformen.
CE06. Identificar les característiques, funcionalitats i estructura dels Sistemes Operatius i dissenyar i implementar aplicacions basades en els seus serveis.
CE07. Interpretar les característiques, funcionalitats i estructura dels Sistemes Distribuïts, les Xarxes de Computadors i Internet i dissenyar i implementar aplicacions basades en elles.
CE08. Detectar les característiques, funcionalitats i components dels gestors de dades, que permeten el seu adequat ús en fluxos d'informació, i el disseny, anàlisi i implementació d'aplicacions basades en elles.
CE11. Identificar i aplicar els principis fonamentals i tècniques bàsiques de la programació paral·lela, concurrent, distribuïda i de temps real.
CE19. Utilitzar els sistemes de computació actuals, inclosos sistemes d'alt rendiment, per al procés de grans volums de dades des del coneixement de la seva estructura, funcionament i particularitats.

Genèriques:

CG1. Concebir, redactar, organitzar, planificar i desenvolupar projectes en l'àmbit de la intel·ligència artificial.
CG3. Definir, avaluar i seleccionar plataformes maquinari i programari per al desenvolupament i l'execució de sistemes, serveis i aplicacions informàtiques en l'àmbit de la intel·ligència artificial.
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:

CT2. Sostenibilitat i Compromís Social. Conèixer i comprendre la complexitat dels fenòmens econòmics i socials típics de la societat del benestar; tenir capacitat per relacionar el benestar amb la globalització i la sostenibilitat; obtenir habilitats per utilitzar de forma equilibrada i compatible la tècnica, la tecnologia, l'economia i la sostenibilitat.
CT3. Comunicació eficaç oral i escrita. Comunicar-se de forma oral i escrita amb altres persones sobre els resultats de l'aprenentatge, de l'elaboració del pensament i de la presa de decisions; participar en debats sobre temes de la pròpia especialitat.
CT6. Aprenentatge autònom. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

Bàsiques:

CB2. Que els estudiants sàpiguin aplicar els seus coneixements al seu treball o vocació d'una manera professional i posseeixin les competències que solen demostrar-se mitjançant l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes dins la seva àrea d'estudi.

METODOLOGIES DOCENTS

El curs es basa en sessions de teoria i de laboratori presencials. Les sessions teòriques combinen classes magistrals i seminaris d'experts en l'àmbit, seguint el programa exposat en aquest pla d'estudis i basades en l'ús de material propi. Durant les sessions es promou el diàleg i la discussió per tal d'anticipar i consolidar els resultats d'aprenentatge de l'assignatura.

Les sessions de laboratori tracten els aspectes relacionats amb les diferents tecnologies presentades, i segueixen els mateixos temes del plan d'estudis. Són sessions pràctiques en forma de Hands-On, utilitzant diferents recursos computacionals al Departament d'Arquitectura de Computadors i al Barcelona Supercomputing Center.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

1. Entendre l'ús de la computació d'altres prestacions i middlewares per a la intel·ligència artificial
2. Conèixer els components bàsics de hardware i middleware a plataformes d'altres prestacions
3. Aprendre l'ús d'acceleradors (e.g. GPUs) i eines per a la seva explotació
4. Aprendre conceptes de virtualització i ús de màquines virtuals
5. Familiaritzar-se amb les eines bàsiques per a l'explotació de sistemes distribuïts, amb models de programació orientats a la distribució
6. Conèixer els conceptes bàsics de sistemes distribuïts, interconnexió i comunicació entre sistemes.
7. Aprendre sobre sistemes de fitxers: usos bàsics dels sistemes de fitxers, sistemes en discos redundants, volums lògics i tolerància a fallades.
8. Descobrir els reptes de la computació d'altres prestacions en intel·ligència artificial

HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

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

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS

Introducció als sistemes de Computació d'Altes Prestacions

Descripció:

Introducció als sistemes de computació de gran escala, especialitzats i al núvol.

Acceleradors i dispositius d'altres prestacions

Descripció:

Incorporació d'acceleradors (e.g. GPUs) i eines per a la seva explotació. Operacions amb matrius accelerades mitjançant dispositius especialitzats.

Middleware i plataformes d'altres prestacions per a la intel·ligència artificial

Descripció:

Components bàsics de hardware i middleware a plataformes d'altres prestacions. Ús d'eines de l'estat de l'art i la indústria (e.g. TensorFlow, Pytorch, etc.) combinat amb dispositius especialitzats.

Paral·lisme aplicat a la intel·ligència artificial

Descripció:

Paral·lisme en computació d'altres prestacions i la interacció amb els middlewares més estesos en aplicacions de la intel·ligència artificial, aprenentatge profund i transformers, i tècniques associades.

Introducció a models distribuïts de programació per a Big Data

Descripció:

Introducció a models de programació Map-Reduce sobre sistemes de dades distribuïts i llenguatge Scala.

Conceptes de virtualització i containerització

Descripció:

Introducció a l'ús de màquines virtuals i containerització, per a l'execució isolada i personalitzada d'entorns, així com migració de càrrega i gestió de recursos a sistemes compartits.

Sistemes de fitxers locals i distribuïts, redundància i disponibilitat

Descripció:

Usos bàsics de sistemes de fitxers, així com als sistemes d'emmagatzemament distribuït de dades, volums lògics, redundància, tolerància a fallades i alta disponibilitat.

Computació a sistemes distribuïts

Descripció:

Conceptes bàsics de sistemes distribuïts (e.g. Hadoop i Spark), interconnexió i comunicacions, paradigmes de sistemes distribuïts i protocols, i tolerància a fallades. Eines bàsiques per a l'explotació de concurrència en sistemes distribuïts, i els seus models de programació orientats a la intel·ligència artificial i el procés massiu de dades.

Reptes de la computació d'altres prestacions per a la intel·ligència artificial

Descripció:

Reptes de present i futur de la computació d'altres prestacions aplicada a la intel·ligència artificial. Eines i entorns actuals a la indústria, el núvol, l'acadèmia i la societat.

ACTIVITATS

Conceptes de virtualització i containerització

Descripció:

Introducció a l'ús de màquines virtuals i containerització, per a l'execució isolada i personalitzada d'entorns, així com migració de càrrega i gestió de recursos a sistemes compartits.

Objectius específics:

4

Competències relacionades:

CB2. Que els estudiants sàpiguin aplicar els seus coneixements al seu treball o vocació d'una manera professional i posseeixin les competències que solen demostrar-se mitjançant l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes dins la seva àrea d'estudi.

CE05. Analitzar i avaluar l'estructura i arquitectura dels computadors, així com els components bàsics que conformen.

CE06. Identificar les característiques, funcionalitats i estructura dels Sistemes Operatius i dissenyar i implementar aplicacions basades en els seus serveis.

CG3. Definir, avaluar i seleccionar plataformes maquinari i programari per al desenvolupament i l'execució de sistemes, serveis i aplicacions informàtiques en l'àmbit de la intel·ligència artificial.

CT2. Sostenibilitat i Compromís Social. Conèixer i comprendre la complexitat dels fenòmens econòmics i socials típics de la societat del benestar; tenir capacitat per relacionar el benestar amb la globalització i la sostenibilitat; obtenir habilitats per utilitzar de forma equilibrada i compatible la tècnica, la tecnologia, l'economia i la sostenibilitat.

Dedicació: 20h

Aprenentatge autònom: 12h

Grup gran/Teoria: 4h

Grup petit/Laboratori: 4h

Arquitectura de Serveis i Aplicacions

Descripció:

Introducció als models de Client-Servidor, sistemes de gestió d'execucions, i llançament d'aplicacions a sistemes clúster i Cloud.

Dedicació: 10h

Aprenentatge autònom: 6h

Grup gran/Teoria: 2h

Grup petit/Laboratori: 2h

Supercomputació i Computació d'Altes Prestacions

Descripció:

Supercomputadors i Computació d'Altes Prestacions, eines i entorns. Familiarització amb les instal·lacions HPC, hand-on en ús de sistemes HPC i llenguatge C.

Objectius específics:

2

Competències relacionades:

CE05. Analitzar i avaluar l'estructura i arquitectura dels computadors, així com els components bàsics que conformen.

CE19. Utilitzar els sistemes de computació actuals, inclosos sistemes d'alt rendiment, per al procés de grans volums de dades des del coneixement de la seva estructura, funcionament i particularitats.

CE08. Detectar les característiques, funcionalitats i components dels gestors de dades, que permeten el seu adequat ús en fluxos d'informació, i el disseny, anàlisi i implementació d'aplicacions basades en elles.

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.

CT2. Sostenibilitat i Compromís Social. Conèixer i comprendre la complexitat dels fenòmens econòmics i socials típics de la societat del benestar; tenir capacitat per relacionar el benestar amb la globalització i la sostenibilitat; obtenir habilitats per utilitzar de forma equilibrada i compatible la tècnica, la tecnologia, l'economia i la sostenibilitat.

Dedicació: 13h

Aprenentatge autònom: 9h

Grup gran/Teoria: 2h

Grup petit/Laboratori: 2h

Acceleradors, supercomputadors i dispositius d'altres prestacions

Descripció:

Acceleradors i dispositius d'altres prestacions. GPUs i dispositius acceleradors. Multiplicació de matrius usant GPUs. Introducció a Python en un supercomputador.

Objectius específics:

3

Competències relacionades:

CE19. Utilitzar els sistemes de computació actuals, inclosos sistemes d'alt rendiment, per al procés de grans volums de dades des del coneixement de la seva estructura, funcionament i particularitats.

CE08. Detectar les característiques, funcionalitats i components dels gestors de dades, que permeten el seu adequat ús en fluxos d'informació, i el disseny, anàlisi i implementació d'aplicacions basades en elles.

CG3. Definir, avaluar i seleccionar plataformes maquinari i programari per al desenvolupament i l'execució de sistemes, serveis i aplicacions informàtiques en l'àmbit de la intel·ligència artificial.

CT6. Aprenentatge autònom. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

Dedicació: 13h

Aprenentatge autònom: 9h

Grup gran/Teoria: 2h

Grup petit/Laboratori: 2h

Computació a sistemes distribuïts

Descripció:

Conceptes bàsics de sistemes distribuïts (e.g. Hadoop i Spark), interconnexió i comunicacions, paradigmes de sistemes distribuïts i protocols, i tolerància a fallades. Eines bàsiques per a l'explotació de concurrència en sistemes distribuïts, i els seus models de programació orientats a la intel·ligència artificial i el procés massiu de dades.

Objectius específics:

5, 6

Competències relacionades:

CE07. Interpretar les característiques, funcionalitats i estructura dels Sistemes Distribuïts, les Xarxes de Computadors i Internet i dissenyar i implementar aplicacions basades en elles.

CE08. Detectar les característiques, funcionalitats i components dels gestors de dades, que permeten el seu adequat ús en fluxos d'informació, i el disseny, anàlisi i implementació d'aplicacions basades en elles.

CE11. Identificar i aplicar els principis fonamentals i tècniques bàsiques de la programació paral·lela, concurrent, distribuïda i de temps real.

CG3. Definir, avaluar i seleccionar plataformes maquinari i programari per al desenvolupament i l'execució de sistemes, serveis i aplicacions informàtiques en l'àmbit de la intel·ligència artificial.

CT6. Aprenentatge autònom. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

CT3. Comunicació eficaç oral i escrita. Comunicar-se de forma oral i escrita amb altres persones sobre els resultats de l'aprenentatge, de l'elaboració del pensament i de la presa de decisions; participar en debats sobre temes de la pròpia especialitat.

Dedicació: 20h

Aprenentatge autònom: 12h

Grup gran/Teoria: 4h

Grup petit/Laboratori: 4h

Eines i entorns actuals a la indústria, el núvol, l'acadèmia i la societat.

Descripció:

Eines i entorns actuals a la indústria, el núvol, l'acadèmia i la societat.

Objectius específics:

8

Competències relacionades:

CG1. Concebir, redactar, organitzar, planificar i desenvolupar projectes en l'àmbit de la intel·ligència artificial.

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.

CT2. Sostenibilitat i Compromís Social. Conèixer i comprendre la complexitat dels fenòmens econòmics i socials típics de la societat del benestar; tenir capacitat per relacionar el benestar amb la globalització i la sostenibilitat; obtenir habilitats per utilitzar de forma equilibrada i compatible la tècnica, la tecnologia, l'economia i la sostenibilitat.

CT3. Comunicació eficaç oral i escrita. Comunicar-se de forma oral i escrita amb altres persones sobre els resultats de l'aprenentatge, de l'elaboració del pensament i de la presa de decisions; participar en debats sobre temes de la pròpia especialitat.

Dedicació: 10h

Aprenentatge autònom: 6h

Grup gran/Teoria: 2h

Grup petit/Laboratori: 2h

Sistemes de fitxers locals i distribuïts, redundància i disponibilitat

Descripció:

Usos bàsics de sistemes de fitxers, així com als sistemes d'emmagatzemament distribuït de dades, volums lògics, redundància, tolerància a fallades i alta disponibilitat.

Objectius específics:

7

Competències relacionades:

CB2. Que els estudiants sàpiguin aplicar els seus coneixements al seu treball o vocació d'una manera professional i posseeixin les competències que solen demostrar-se mitjançant l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes dins la seva àrea d'estudi.

CE07. Interpretar les característiques, funcionalitats i estructura dels Sistemes Distribuïts, les Xarxes de Computadors i Internet i dissenyar i implementar aplicacions basades en elles.

CE08. Detectar les característiques, funcionalitats i components dels gestors de dades, que permeten el seu adequat ús en fluxos d'informació, i el disseny, anàlisi i implementació d'aplicacions basades en elles.

CE06. Identificar les característiques, funcionalitats i estructura dels Sistemes Operatius i dissenyar i implementar aplicacions basades en els seus serveis.

CG3. Definir, avaluar i seleccionar plataformes maquinari i programari per al desenvolupament i l'execució de sistemes, serveis i aplicacions informàtiques en l'àmbit de la intel·ligència artificial.

CT6. Aprenentatge autònom. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

Dedicació: 10h

Aprenentatge autònom: 6h

Grup gran/Teoria: 2h

Grup petit/Laboratori: 2h

Paral·lelisme aplicat a la intel·ligència artificial

Descripció:

Paral·lelisme aplicat a la intel·ligència artificial. Escalabilitat, tècniques avançades de deep learning, transformers i futur de Deep Learning

Objectius específics:

1, 2

Competències relacionades:

CE05. Analitzar i avaluar l'estructura i arquitectura dels computadors, així com els components bàsics que conformen.

CE19. Utilitzar els sistemes de computació actuals, inclosos sistemes d'alt rendiment, per al procés de grans volums de dades des del coneixement de la seva estructura, funcionament i particularitats.

CE08. Detectar les característiques, funcionalitats i components dels gestors de dades, que permeten el seu adequat ús en fluxos d'informació, i el disseny, anàlisi i implementació d'aplicacions basades en elles.

CG1. Concebir, redactar, organitzar, planificar i desenvolupar projectes en l'àmbit de la intel·ligència artificial.

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.

CT6. Aprenentatge autònom. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

CT2. Sostenibilitat i Compromís Social. Conèixer i comprendre la complexitat dels fenòmens econòmics i socials típics de la societat del benestar; tenir capacitat per relacionar el benestar amb la globalització i la sostenibilitat; obtenir habilitats per utilitzar de forma equilibrada i compatible la tècnica, la tecnologia, l'economia i la sostenibilitat.

CT3. Comunicació eficaç oral i escrita. Comunicar-se de forma oral i escrita amb altres persones sobre els resultats de l'aprenentatge, de l'elaboració del pensament i de la presa de decisions; participar en debats sobre temes de la pròpia especialitat.

Dedicació: 20h

Aprenentatge autònom: 12h

Grup gran/Teoria: 4h

Grup petit/Laboratori: 4h

Middleware i plataformes d'altres prestacions per a la intel·ligència artificial

Descripció:

Middleware i plataformes d'altres prestacions per a la intel·ligència artificial. TensorFlow/Pytorch, Deep Learning, LLMs i HPC

Objectius específics:

1

Competències relacionades:

CE19. Utilitzar els sistemes de computació actuals, inclosos sistemes d'alt rendiment, per al procés de grans volums de dades des del coneixement de la seva estructura, funcionament i particularitats.

CG1. Concebir, redactar, organitzar, planificar i desenvolupar projectes en l'àmbit de la intel·ligència artificial.

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.

CT6. Aprenentatge autònom. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

CT3. Comunicació eficaç oral i escrita. Comunicar-se de forma oral i escrita amb altres persones sobre els resultats de l'aprenentatge, de l'elaboració del pensament i de la presa de decisions; participar en debats sobre temes de la pròpia especialitat.

Dedicació: 12h

Aprenentatge autònom: 6h

Grup gran/Teoria: 2h

Grup petit/Laboratori: 4h

Reptes de present i futur de la computació d'altres prestacions aplicada a la intel·ligència artificial. Seminaris HPC**Descripció:**

Seminaris d'experts en la matèria. Presentació de treballs.

Objectius específics:

1, 5, 8

Competències relacionades:

CE07. Interpretar les característiques, funcionalitats i estructura dels Sistemes Distribuïts, les Xarxes de Computadors i Internet i dissenyar i implementar aplicacions basades en elles.

CE19. Utilitzar els sistemes de computació actuals, inclosos sistemes d'alt rendiment, per al procés de grans volums de dades des del coneixement de la seva estructura, funcionament i particularitats.

CE08. Detectar les característiques, funcionalitats i components dels gestors de dades, que permeten el seu adequat ús en fluxos d'informació, i el disseny, anàlisi i implementació d'aplicacions basades en elles.

CE11. Identificar i aplicar els principis fonamentals i tècniques bàsiques de la programació paral·lela, concurrent, distribuïda i de temps real.

CG1. Concebir, redactar, organitzar, planificar i desenvolupar projectes en l'àmbit de la intel·ligència artificial.

CG3. Definir, avaluar i seleccionar plataformes maquinari i programari per al desenvolupament i l'execució de sistemes, serveis i aplicacions informàtiques en l'àmbit de la intel·ligència artificial.

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.

CT6. Aprenentatge autònom. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

CT2. Sostenibilitat i Compromís Social. Conèixer i comprendre la complexitat dels fenòmens econòmics i socials típics de la societat del benestar; tenir capacitat per relacionar el benestar amb la globalització i la sostenibilitat; obtenir habilitats per utilitzar de forma equilibrada i compatible la tècnica, la tecnologia, l'economia i la sostenibilitat.

CT3. Comunicació eficaç oral i escrita. Comunicar-se de forma oral i escrita amb altres persones sobre els resultats de l'aprenentatge, de l'elaboració del pensament i de la presa de decisions; participar en debats sobre temes de la pròpia especialitat.

Dedicació: 22h

Aprenentatge autònom: 12h

Grup gran/Teoria: 6h

Grup petit/Laboratori: 4h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

L'avaluació es fonamentarà bàsicament en la realització de treballs de forma continua durant les diferents sessions del curs. L'assistència i la participació seran obligatòries, i per tant també s'avaluaran passant llista i requerint la participació a les sessions interactives. Finalment, hi haurà un treball de recerca al llarg de l'assignatura, que els estudiants hauran de presentar davant els seus companys.

La distribució dels pesos de cada activitat és la corresponent:

- AS: assistència a classe, teoria i laboratoris (10%), que servirà per avaluar la competència transversal CT3.
- PR: participació a classe (10%)
- EX: exercicis de laboratori (65%), com a mitja aritmètica de les pràctiques de laboratori.
- RE: presentació de treball de recerca (15%), que servirà per avaluar les competències transversals CT2, CT3 i CT6.

La Nota Final (NF) de l'assignatura s'obté a partir de

$$NF = 0.10 \times AS + 0.10 \times PR + 0.65 \times EX + 0.10 \times RE$$

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Torres, Jordi. First contact with Deep learning : practical introduction with Keras. Barcelona: Kindle Direct Publishing, [2018]. ISBN 9781983211553.
- Zhang, Aston and Lipton, Zachary C. and Li, Mu and Smola, Alexander J.. Dive into Deep Learning [en línia]. [Berkeley]: The authors, 2020 [Consulta: 11/04/2025]. Disponible a : https://discovery.upc.edu/discovery/fulldisplay?docid=alma991001710129706711&context=U&vid=34CSUC_UPC:VU1&lang=ca.
- Sterling, Thomas; Anderson, Matthew; Brodowicz, Maciej. High performance computing : modern systems and practices. Cambridge, MA: Morgan Kaufmann, [2018]. ISBN 9780124201583.
- Chambers, B.; Zaharia, M. Spark: the definitive guide: big data processing made simple. Sebastopol, CA: O'Reilly, 2018. ISBN 9781491912300.
- White, Tom. Hadoop : the definitive guide. 4th ed. Sebastopol, Calif: O'Reilly, 2015. ISBN 9781491901632.
- Torres, J. La inteligencia artificial explicada a los humanos. Barcelona: Plataforma Editorial, 2023. ISBN 9788419655561.

Complementària:

- Barcelona Supercomputing Center. BSC documentation about Marenostum 4 and CTE-Power. 2023.