

Guia docent

270403 - FC - Fonaments dels Computadors

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: JAVIER VERDU MULA
Altres: Primer quadrimestre:
XAVIER MARTORELL BOFILL - 11, 12
JAVIER VERDU MULA - 11, 12

CAPACITATS PRÈVIES

Cap d'especial. Les pròpies d'un estudiant que comença un primer curs d'un Grau relacionat amb la informàtica.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:

CE03. Identificar i aplicar els procediments algorítmics bàsics de les tecnologies informàtiques per dissenyar solucions a problemes, analitzant la idoneïtat i complexitat dels algoritmes proposats.
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.
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.
CE28. Planificar, concebre, desplegar i dirigir projectes, serveis i sistemes en l'àmbit de la intel·ligència artificial, liderant la seva puesta en marxa i la seva millora contínua i valorant el seu impacte econòmic i social.

Genèriques:

CG2. Utilitzar els coneixements fonamentals i metodologies de treball sòlides adquirits durant els estudis per adaptar-se als nous escenaris tecnològics de el futur.

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.

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.

CG5. Treballar en equips i projectes multidisciplinaris relacionats amb la intel·ligència artificial i la robòtica, interactuant fluidament amb enginyers/es i professionals d'altres disciplines.

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:

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:

CB1. Que els estudiants hagin demostrat posseir i comprendre coneixements en una àrea d'estudi que parteix de la base de l'educació secundària general, i se sol trobar a un nivell que, si bé es recolza en llibres de text avançats, inclou també alguns aspectes que impliquen coneixements procedents de l'avantguarda del seu camp d'estudi.

CB4. Que els estudiants puguin transmetre informació, idees, problemes i solucions a un públic tant especialitzat com no especialitzat.

CB5. Que els estudiants hagin desenvolupat aquelles habilitats d'aprenentatge necessàries per emprendre estudis posteriors amb un alt grau d'autonomia

METODOLOGIES DOCENTS

L'assignatura es basa en classes presencials de teoria i laboratori. Les classes de teoria segueixen el programa definit en aquesta guia docent, habitualment són a base de material proporcionat en transparències.

Dins les classes de teoria, es promou el diàleg entre el professor i els estudiants proporcionant activitats a realitzar conjuntament basades en aspectes particulars del tema que s'està tractant.

Les classes de laboratori segueixen els mateixos temes i poden ser de dos tipus: 1) pràctiques en ordinador guiades per un enunciat; 2) exercicis/problemes a resoldre en la pissarra o amb exposició davant dels demés.

OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

1. Coneixer les característiques i les limitacions, en especial respecte a l'error de precisió, dels diferents formats de representació de dades en un ordinador

2. Conèixer l'arquitectura d'un processador basat en el model Von Neumann, així com també els seus components principals

3. Conèixer l'espai lògic de memòria. Des de com s'utilitza fins com es gestionen certs continguts

4. Conèixer els aspectes bàsics d'un Sistema Operatiu i entendre el impacte que té envers al rendiment i consum d'energia d'un sistema

5. Conèixer el procés per crear i depurar un programa, així com les seves necessitats

6. Capacitats per discutir i contrastar la resolució de problemes i exercicis pràctics

7. Entendre la relació de l'assignatura amb el camp de la IA

HORES TOTS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

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

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS

Introducció de l'assignatura

Descripció:

Es fa una breu presentació de l'assignatura, sobre quins temes tractarà i la seva relació amb el camp de la IA

Representació de Dades

Descripció:

Aquest tema abordarà tipus de representació de dades de diferents nivells de complexitat, les seves limitacions i implementació d'operacions bàsiques

Arquitectura del Processador

Descripció:

Introducció de l'arquitectura de processador, basada en el model de Von Neumann, i els seus components

Jerarquia de Memòria

Descripció:

Presentació de les propietats de la jerarquia de memòria, especialment los conceptos de localitat i reutilització, i el possible impacte que pot tenir en el rendiment i consum d'energia

Introducció del paral·lelisme basat en SIMD

Descripció:

Introducció del concepte i aspectes bàsics del paral·lelisme mitjançant SIMD

Implicacions de l'execució d'una instrucció

Descripció:

Descripció de implicacions a nivell de cost, possibles colls d'ampolla i consum d'energia, des del punt de vista de l'arquitectura, davant l'execució d'una instrucció

Espai lògic de memòria

Descripció:

Presentació dels punts fonamentals per entendre el propòsit, construcció, utilització i gestió de l'espai lògic de memòria

Introducció de les llibreries

Descripció:

Presentació del concepte i propòsit rere les llibreries i la seva gestió des del punt de vista de l'espai de memòria lògic

Generació d'executables

Descripció:

Introducció dels processos de compilació i de interpretació, inclòs també el procés de depuració. Comparació de les necessitats i limitacions dels executables generats

Impacte dels Sistemes Operatius en rendiment i consum d'energia

Descripció:

Què són els Sistemes Operatius i els seus aspectes clau que impacten en el rendiment i consum d'energia del sistema

Components bàsics dels Sistemes Operatius

Descripció:

Presentació dels subsistemes de E/S i Sistema de Fitxers del Sistema Operatiu a nivell d'utilització des del punt de vista de desenvolupador de programes. A més, també es presenten aspectes de gestió de memòria

ACTIVITATS

Introducció de l'Assignatura

Descripció:

En aquesta activitat s'explicaran els objectius, continguts, i funcionament de l'assignatura. A més, en el laboratori, s'introduiran aspectes necessaris que serviran de base per poder realitzar les sessions de pràctiques.

Objectius específics:

7

Competències relacionades:

CB1. Que els estudiants hagin demostrat posseir i comprendre coneixements en una àrea d'estudi que parteix de la base de l'educació secundària general, i se sol trobar a un nivell que, si bé es recolza en llibres de text avançats, inclou també alguns aspectes que impliquen coneixements procedents de l'avantguarda del seu camp d'estudi.

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.

Dedicació: 9h 30m

Aprenentatge autònom: 3h

Grup gran/Teoria: 0h 30m

Grup petit/Laboratori: 6h

Representació de Dades i Operacions Bàsiques

Descripció:

Aquest tema aborda la representació de les dades, des de els conceptes més bàsics, passant per tipus de nombres, i acabant amb la representació avançada de dades. A més, també explicarem altres aspectes com la precisió de les dades i operacions bàsiques que es poden realitzar

Objectius específics:

1

Competències relacionades:

CB1. Que els estudiants hagin demostrat posseir i comprendre coneixements en una àrea d'estudi que parteix de la base de l'educació secundària general, i se sol trobar a un nivell que, si bé es recolza en llibres de text avançats, inclou també alguns aspectes que impliquen coneixements procedents de l'avantguarda del seu camp d'estudi.

CE03. Identificar i aplicar els procediments algorítmics bàsics de les tecnologies informàtiques per dissenyar solucions a problemes, analitzant la idoneïtat i complexitat dels algoritmes proposats.

Dedicació: 19h 30m

Aprenentatge autònom: 10h

Grup gran/Teoria: 5h 30m

Grup petit/Laboratori: 4h

Arquitectura del Processador

Descripció:

Introduïrem la arquitectura de sistemes uniprocessador, partint de l'arquitectura de Von Neumann i els diferents components més importants. A més, també estudiarem quines implicacions té executar una instrucció, entre altres raons per entendre possibles coll d'ampolla i el cost que representa, en especial respecte l'energia que consumeix, i la seva relació amb l'arquitectura.

Objectius específics:

2

Competències relacionades:

CB4. Que els estudiants puguin transmetre informació, idees, problemes i solucions a un públic tant especialitzat com no especialitzat.

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

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

CG2. Utilitzar els coneixements fonamentals i metodologies de treball sòlides adquirits durant els estudis per adaptar-se als nous escenaris tecnològics de el futur.

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.

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: 32h

Aprenentatge autònom: 16h

Grup gran/Teoria: 8h

Grup petit/Laboratori: 8h

Parcial de Teoria

Objectius específics:

1, 2

Competències relacionades:

CB4. Que els estudiants puguin transmetre informació, idees, problemes i solucions a un públic tant especialitzat com no especialitzat.

CB1. Que els estudiants hagin demostrat posseir i comprendre coneixements en una àrea d'estudi que parteix de la base de l'educació secundària general, i se sol trobar a un nivell que, si bé es recolza en llibres de text avançats, inclou també alguns aspectes que impliquen coneixements procedents de l'avantguarda del seu camp d'estudi.

CE03. Identificar i aplicar els procediments algorítmics bàsics de les tecnologies informàtiques per dissenyar solucions a problemes, analitzant la idoneïtat i complexitat dels algoritmes proposats.

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

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

CG2. Utilitzar els coneixements fonamentals i metodologies de treball sòlides adquirits durant els estudis per adaptar-se als nous escenaris tecnològics de el futur.

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.

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: 10h

Activitats dirigides: 2h

Execució de programes i el seu entorn

Descripció:

Aquest tema té dues parts. La primera tracta sobre com es genera un programa (tant si es tracta d'un programa compilat com si es tracta d'un interpretat). La segona presenta el Sistema Operatiu i una sèrie de conceptes i característiques que ens permetran entendre la seva importància en l'execució de programes i el seu impacte en el rendiment i energia.

Objectius específics:

4, 5

Competències relacionades:

CB5. Que els estudiants hagin desenvolupat aquelles habilitats d'aprenentatge necessàries per emprendre estudis posteriors amb un alt grau d'autonomia

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

CE03. Identificar i aplicar els procediments algorítmics bàsics de les tecnologies informàtiques per dissenyar solucions a problemes, analitzant la idoneïtat i complexitat dels algoritmes proposats.

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

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.

CG4. Raonar, analitzant la realitat i dissenyant algoritmes 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.

Dedicació: 24h

Aprenentatge autònom: 14h

Grup gran/Teoria: 6h

Grup petit/Laboratori: 4h

Espai lògic de memòria

Descripció:

Presentarem l'espai d'adreces lògiques de memòria i els seus detalls més importants, així com entendre què són les llibreries i els seus aspectes clau.

Objectius específics:

3

Competències relacionades:

CB4. Que els estudiants puguin transmetre informació, idees, problemes i solucions a un públic tant especialitzat com no especialitzat.

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.

Dedicació: 24h

Aprenentatge autònom: 12h

Grup gran/Teoria: 6h

Grup petit/Laboratori: 6h

Control de Laboratori

Objectius específics:

6

Competències relacionades:

CB4. Que els estudiants puguin transmetre informació, idees, problemes i solucions a un públic tant especialitzat com no especialitzat.

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.

CE28. Planificar, concebre, desplegar i dirigir projectes, serveis i sistemes en l'àmbit de la intel·ligència artificial, liderant la seva puesta en marcha i la seva millora contínua i valorant el seu impacte econòmic i social.

CG5. Treballar en equips i projectes multidisciplinaris relacionats amb la intel·ligència artificial i la robòtica, interactuant fluidament amb enginyers/es i professionals d'altres disciplines.

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.

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.

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: 12h

Aprenentatge autònom: 10h

Activitats dirigides: 2h

Examen Final de Teoria

Objectius específics:

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Competències relacionades:

CB4. Que els estudiants puguin transmetre informació, idees, problemes i solucions a un públic tant especialitzat com no especialitzat.

CB5. Que els estudiants hagin desenvolupat aquelles habilitats d'aprenentatge necessàries per emprendre estudis posteriors amb un alt grau d'autonomia

CB1. Que els estudiants hagin demostrat posseir i comprendre coneixements en una àrea d'estudi que parteix de la base de l'educació secundària general, i se sol trobar a un nivell que, si bé es recolza en llibres de text avançats, inclou també alguns aspectes que impliquen coneixements procedents de l'avantguarda del seu camp d'estudi.

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

CE03. Identificar i aplicar els procediments algorítmics bàsics de les tecnologies informàtiques per dissenyar solucions a problemes, analitzant la idoneïtat i complexitat dels algoritmes proposats.

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

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.

CE28. Planificar, concebre, desplegar i dirigir projectes, serveis i sistemes en l'àmbit de la intel·ligència artificial, liderant la seva puesta en marxa i la seva millora contínua i valorant el seu impacte econòmic i social.

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

CG5. Treballar en equips i projectes multidisciplinaris relacionats amb la intel·ligència artificial i la robòtica, interactuant fluidament amb enginyers/es i professionals d'altres disciplines.

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, algoritmes, 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.

CG2. Utilitzar els coneixements fonamentals i metodologies de treball sòlides adquirits durant els estudis per adaptar-se als nous escenaris tecnològics de el futur.

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.

CG4. Raonar, analitzant la realitat i dissenyant algoritmes 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.

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.

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: 17h

Aprenentatge autònom: 15h

Activitats dirigides: 2h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Hi han dues proves avaluatives de la part de teoria:

- PT: examen parcial de teoria (20%)
- FT: examen final de teoria (35%)
- FL: examen final de laboratori (35%)
- SL: la nota del seguiment de laboratori (10%) es basa en qüestionaris individuals aplicats en certes sessions de laboratori

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

$$NF = 35\%FL + 10\%SL + \text{MAX}(55\%FT; (20\%PT+35\%FT))$$

Reavaluació: es farà en el mes de Juny. Només aquells/es que hagin suspès l'assignatura (és a dir, hagin fet l'examen parcial i/o final de teoria) podran presentar-se a l'examen de Reavaluació (examen només de teoria). En cas d'aprovar l'examen, la nota màxima que es pot obtenir en l'examen de recuperació i, per tant la nota màxima final de l'assignatura serà un 7.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Bryant, Randal E; O'Hallaron, David. Computer systems : a programmer's perspective. 3rd ed. Essex: Pearson, 2016. ISBN 9781292101767.

RECURSOS

Enllaç web:

- <https://docencia.ac.upc.edu/FIB/GIA/FC/>. Documentació de l'assignatura