

Aprenentatge Computacional

2014/2015

Codi: 102787

Crèdits: 6

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
2502441 Enginyeria Informàtica	OT	4	1

Professor de contacte

Nom: Jordi Gonzalez Sabaté

Correu electrònic: Jordi.Gonzalez@uab.cat

Utilització de llengües

Llengua vehicular majoritària: català (cat)

Grup íntegre en anglès: No

Grup íntegre en català: Sí

Grup íntegre en espanyol: No

Prerequisits

Es recomana que per cursar aquesta assignatura s'hagin assolit les competències mínimes en les assignatures de Fonaments d'Informàtica i Metodologia de la Programació (primer curs), així com Intel·ligència Artificial i Laboratori de Programació (segon curs).

Objectius

L'assignatura d'Aprenentatge Computacional, s'emmarca dins de la menció de "Computació", junt amb les assignatures de "Coneixement, Raonament i Incertesa", "Visió per Computador" i "Robòtica, Llenguatge i Planificació". Per la seva temàtica, aquesta matèria està estretament relacionada amb l'assignatura d'"Intel·ligència Artificial" de segon curs i "Coneixement, Raonament i Incertesa" de tercer curs.

L'assignatura preten tant ampliar alguns dels temes desenvolupats durant "Intel·ligència Artificial", com introduir nous problemes associats a la intel·ligència artificial, principalment l'aprenentatge de conceptes i tendències a partir de dades. Es tracta de formar a l'alumne per ser un "enginyer de dades".

Un dels objectius de l'assignatura és que l'alumne sàpiga afrontar la solució a problemes en contextes diferents dels tractats, a partir d'identificar les necessitats de representació del coneixement i, segons sigui aquest, aplicar la/les tècnica/ques més adequada/es.

Els objectius de l'assignatura es poden resumir en:

Coneixements:

- Descriure les tècniques bàsiques d'aprenentatge computacional.
- Enumerar els passos essencials dels diferents algorismes d'aprenentatge
- Identificar els avantatges i inconvenients dels algorismes d'aprenentatge que s'expliquen.
- Resoldre problemes computacionals aplicant diferents tècniques d'aprenentatge per trobar la solució òptima.
- Entendre el resultat i les limitacions de les tècniques d'aprenentatge en diferents casos d'estudi.
- Saber escollir l'algorisme d'aprenentatge més adequat per solucionar problemes contextualitzats.

Habilitats:

- Reconèixer les situacions en les quals l'aplicació d'algorismes d'aprenentatge computacional pot ser adient per solucionar un problema
- Analitzar el problema a resoldre i dissenyar la solució òptima aplicant les tècniques apreses
- Redactar documents tècnics relacionats amb l'anàlisi i la solució d'un problema
- Programar els algorismes bàsics per solucionar els problemes proposats
- Avaluar els resultats de la solució implementada i valorar les possibles millores
- Defensar i argumentar les decisions preses en la solució dels problemes proposats

Competències

- Adquirir hàbits de pensament
- Adquirir hàbits de treball personal.
- Capacitat per a adquirir, obtenir, 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.
- Capacitat per a conèixer i desenvolupar tècniques d'aprenentatge computacional i desenvolupar 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.
- Capacitat per a tenir un coneixement profund dels 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 informàtica.
- Treballar en equip

Resultats d'aprenentatge

1. Conèixer i aplicar les tècniques d'aprenentatge més adequades en diferents casos d'estudi.
2. Conèixer i comprendre les tècniques de representació del coneixement humà.
3. Desenvolupar la capacitat d'anàlisi, síntesi i prospectiva.
4. Desenvolupar un mode de pensament i raonament crítics.
5. Entendre i avaluar els resultats i limitacions de les tècniques d'aprenentatge més comunes.
6. Resoldre problemes computacionals aplicant diferents mecanismes d'aprenentatge necessaris per a trobar la solució òptima.
7. Treballar cooperativament.
8. Treballar de manera autònoma.

Continguts

TEMA 1: INTRODUCCIÓ

- Conceptes bàsics i història de l'aprenentatge computacional
- Tipus d'aprenentatge inductiu
- Els paradigmes bioinspirats i la singularitat

TEMA 2: APRENTATGE ESTADÍSTIC SUPERVISAT

2.1 NO SIMBÒLIC

- Regressió de dades numèriques: descens del gradient
- Classificació de dades numèriques: màquines de vectors de suport

- Disseny d'experiments i avaluació de resultats

2.2 SIMBÒLIC

- Memorització com a aprenentatge mandrós
- Algorismes del veí més proper
- Case-Based Reasoning

TEMA 3: APRENTATGE ESTADÍSTIC NO SUPERVISAT

3.1 NO SIMBÒLIC

- Clustering: k-means i Expectation-Maximization
- Detecció d'anomalies: Gaussians multivariat.

3.2 SIMBÒLIC

- Sistemes recomanadors
- Content-based vs. Collaborative filtering

TEMA 4: APRENTATGE BIOINSPIRAT

4.2 ENFOC SUPERVISAT

- Xarxes neurals artificials: algorismes de Backpropagation

4.2 ENFOC NO SUPERVISAT

- Xarxes neurals competitives i associatives

4.3 DEEP LEARNING

- Arquitectures neurals profundes

4.4 CERCA BIOINSPIRADA

- Algorismes genètics

Metodologia

Tota la informació de l'assignatura i els documents relacionats que els estudiants necessitin es trobaran a la pàgina de Cerbero (<http://cerbero.uab.cat/moodle2/>), al menú de l'assignatura Aprenentatge Computacional (102787).

Les diferents activitats que es duran a terme en l'assignatura s'organitzen de la següent manera:

Classes de pissarra

S'exposaran els principals conceptes i algorismes de cada tema de teoria. Aquests temes suposen el punt de partida en el treball de l'assignatura.

Seminars de problemes

Seràn classes amb grups reduïts d'estudiants que facilitin la interacció. En aquestes classes es plantejaran casos pràctics que requereixin el disseny d'una solució en la que es facin servir els mètodes vistos a les classes de teoria. És impossible seguir les classes de problemes si no es segueixen els continguts de les

classes de teoria. El resultat d'aquestes sessions és la resolució de fins a 4 problemes que s'hauran d'entregar obligatòriament el dia del segon parcial de teoria. El mecanisme específic per a l'entrega s'indicarà en la pàgina web de l'assignatura (espai Cerbero).

Pràctiques de laboratori

Els grups de treball estaran formats per 3-4 alumnes i s'hauran de formar la segona setmana del curs. Aquests grups de treball s'hauran de mantenir fins el final del curs i s'hauran d'autogestionar: repartiment de rols, planificació del treball, assignació de tasques, gestió dels recursos disponibles, conflictes, etc. Tot i que el professor guiarà el procés d'aprenentatge, la seva intervenció en la gestió dels grups serà mínima. Per desenvolupar el projecte, els grups treballaran de forma autònoma i les sessions de pràctiques s'han de dedicar principalment a resoldre dubtes amb el professor que farà el seguiment de l'estat del projecte, indicarà errors a corregir, proposarà millores, etc.

En la primera part de la sessió, es presentaran els projectes a resoldre i els alumnes definiran els seus rols (hi haurà un coordinador i un secretari per a cada una de les 4 pràctiques). Al llarg del semestre, els alumnes treballaran cooperativament i hauran d'analitzar el problema a resoldre, dissenyar i implementar solucions basades en diferents algorismes d'aprenentatge computacional vistos a classe, analitzar els resultats obtinguts per cada un dels mètodes, anàlisi dels paràmetres escollits, explicació del rendiment obtingut, etc.

Hi hauran 5 sessions que es marcaran com sessions de control en el que s'haurà de lliurar cada una de les 4 pràctiques (per la última pràctica hi hauran 2 sessions de control, una informativa dels resultats obtinguts i una altra d'avaluació de la feina feta). En aquestes sessions els grups hauran d'explicar la feina feta i el professor farà preguntes als membres del grup per valorar la feina realitzada. L'assistència a aquestes sessions és obligatòria únicament pel coordinador i secretari de la pràctica que s'estigui lliurant. Els grups faran una presentació del projecte on explicaran el projecte desenvolupat, la solució adoptada i els resultats obtinguts.

El codi del projecte es desenvoluparà en el llenguatge escollit pel grup (Matlab, Octave o Python).

En el cas dels repetidors, no cal que tornin a fer les pràctiques ja que se'ls convalida la nota que hagin tret el curs passat, en el cas que hagin aprovat (nota ≥ 5.0).

Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Classe de pissarra	26	1,04	1, 2, 4, 5, 6
Tipus: Supervisades			
Pràctiques de laboratori	12	0,48	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
Seminaris de problemes	10	0,4	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8
Tipus: Autònomes			
Estudi individual	40	1,6	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8
Preparació, programació, documentació i presentació dels projectes pràctics	42	1,68	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

Avaluació

Activitats i instruments d'avaluació:

– Coneixements teòrics

La nota final de teoria es calcularà a partir de dos exàmens parcials:

$$\text{Nota Teoria} = (0.4 * \text{Parcial1}) + (0.6 * \text{Parcial2})$$

Parcial1 es fa a la meitat del semestre (última setmana d'octubre) i serveix per eliminar part de la matèria si és aprovada. Parcial2 es fa al final del semestre lectiu (primera setmana lectiva de gener) i serveix per eliminar la part del temari que ve després de Parcial1.

Aquests exàmens pretenen una avaluació individualitzada de l'estudiant amb les seves capacitats de contestar a 10 preguntes curtes sobre les tècniques explicades a classe, així com avaluar el nivell de conceptualització que l'estudiant n'ha fet de les tècniques vistes.

Per aprovar la part de teoria de l'assignatura, caldrà complir dos requisits:

- caldrà que les notes dels parcials 1 i 2 siguin igual o superior a 4.0 (en tots dos parcials). En cas que es tregui menys d'un 4.0 en algun dels dos Parcials, s'haurà de tornar a fer el parcial que correspongui durant l'examen de recuperació.
- la nota final de teoria ha de ser més gran o igual que 4.0. En cas que la nota de teoria final no sigui igual o superior a 4.0, els estudiants es poden presentar a l'examen de recuperació per ser avaluats de tots les continguts vistos a l'assignatura.

Examen de recuperació. En aquest examen es pot recuperar el(s) parcial(s) que no hagi(n) superat el 4.0, o recuperar tot el temari en el cas que la nota final de teoria no superi el 4.0.

– Projecte de pràctiques

L'avaluació del projecte inclourà:

- Avaluació conjunta del projecte: nota única per tots els membres del grup de treball que valorarà el resultat global del projecte, la qualitat del codi, l'estructura general de la presentació final i els documents lliurats al llarg del projecte.
- Avaluació individual: es valorarà el treball individual a partir de les respostes a les preguntes en les sessions de control i de la presentació final del projecte. A més, s'avaluarà un breu formulari confidencial qualificant la contribució de cada company de grup al resultat final.

La nota del projecte es calcularà segons la fórmula (normalitzada pel número total de pràctiques):

$$\text{Nota Projecte} = (0.8 * \text{Nota Grup}) + (0.2 * \text{Nota Individual})$$

$$\text{Nota Grup} = (0.5 * \text{Programa}) + (0.1 * \text{Presentació}) + (0.4 * \text{Documentació})$$

Pels repetidors, la nota de pràctiques serà la mateixa que van obtenir l'any passat, sempre que sigui superior o igual a 5.0.

– Treball als seminaris de problemes

Els problemes tenen com objectiu provocar que l'estudiant entri amb els continguts de l'assignatura de manera continuada i, a partir de petits problemes, que es familiaritzi directament en l'aplicació de la teoria. Com a evidència d'aquest treball es demana la presentació d'un portfoli en el que haurà anat guardant els problemes que haurà anat realitzant. També, al principi es promouran sessions de debat on els alumnes defensaran punts de vista oposats respecte a un tema explicat a classe.

$$\text{Nota Problemes} = \text{Avaluació del portfoli amb 4 problemes resolts}$$

La nota final de l'assignatura s'obté combinant l'avaluació d'aquestes 3 activitats de la manera següent:

$$\text{Nota Final} = (0.4 * \text{Teoria}) + (0.5 * \text{Projecte}) + (0.1 * \text{Problemes})$$

Condicions per aprovar:

- La nota final de teoria ha de ser més gran o igual que 4.0 per poder aprovar l'assignatura.
- La nota del projecte ha de ser més gran o igual que 5.0 per poder aprovar l'assignatura.
- La nota final de l'assignatura ha de ser més gran o igual que 5.0 per poder aprovar l'assignatura.

En el cas de no arribar al mínim exigít en alguna de les activitats d'avaluació, si el càlcul de la nota final és igual o superior a 5, es posarà un 4,5 de nota a l'expedient.

Si l'alumne es presenta a un examen parcial o si es presenta a una de les sessions de control de pràctiques, ja no podrà ser avaluat com a No Presentat en el cas que no es presenti a les altres avaluacions, sinó que se li calcularà la nota final a partir d'aquelles avaluacions continuades a les que s'hagi presentat.

Notes importants:

Les dates d'avaluació continuada i lliurament de treballs es publicaran al Cerbero (<http://cerbero.uab.cat/>), a l'espai d'aquesta assignatura i poden estar subjectes a canvis de programació per motius d'adaptació a possibles incidències; sempre s'informarà a caronte.uab.cat sobre aquests canvis ja que s'entén que el Caront esdevindrà el mecanisme habitual d'intercanvi d'informació entre professor i estudiants.

Sense perjudici d'altres mesures disciplinàries que s'estimin oportunes, i d'acord amb la normativa acadèmica vigent, les irregularitats comeses per un estudiant que puguin conduir a una variació de la qualificació es qualificaran amb un zero (0). Per exemple, plagiar, copiar, deixar copiar una pràctica o qualsevol altra activitat d'avaluació, implicarà suspendre aquesta activitat d'avaluació amb un zero (0). Les activitats d'avaluació qualificades d'aquesta forma i per aquest procediment no seran recuperables. Si és necessari superar qualsevol d'aquestes activitats d'avaluació per aprovar l'assignatura, aquesta assignatura quedarà suspesa directament, sense oportunitat de recuperar-la en el mateix curs.

Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Documentació escrita, presentació, seguiment	25%	5	0,2	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
Lliurament de problemes	10%	4	0,16	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Projecte pràctic	25%	5	0,2	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
Proves teòriques individuals	40%	6	0,24	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8

Bibliografia

Enllaços web

- Cerbero: <http://cerbero.uab.cat>
- Artificial Intelligence: A Modern Approach. <http://aima.cs.berkeley.edu/>

Bibliografia bàsica

- S. Russell, P. Norvig. Artificial Intelligence: A Modern Approach. Ed. Prentice Hall, Second Edition, 2003. (Existeix traducció al castellà: Inteligencia artificial: Un Enfoque Moderno)

Bibliografia complementària

- Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, 2007.
- Duda, Hart, and Stork, Pattern Classification, 2nd Ed., 2002.
- Marlsand, Machine Learning: an Algorithmic Perspective, 2009
- Mitchell, Machine Learning, 1997
- Ripley, Pattern Recognition and Neural Networks, 1996.

Bibliografia relacionada

- Eberhart, Shi, Computational Intelligence: Concepts to Implementations, 2007
- Friedman, Tibshirani, The Elements of Statistical Learning, 2009.
- Gilder, Kurzweil, Richards, Are we spiritual machines? Ray Kurzweil vs. the Critics of Strong AI, 2011
- Kurzweil, The Singularity is Near: When Humans transcend Biology, 2006
- Rosen, Life Itself: A Comprehensive Inquiry into the Nature, Origin, and Fabrication of Life (Complexity in Ecological Systems), 2005
- Witten, Frank, Hall, Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques, 2011