

Guia docent

230856 - MLN - Aprenentatge Automàtic amb Xarxes Neuronals

Última modificació: 05/06/2024

Unitat responsable: Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona
Unitat que imparteix: 723 - CS - Departament de Ciències de la Computació.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN FÍSICA PER A L'ENGINYERIA (Pla 2018). (Assignatura optativa).
MÀSTER UNIVERSITARI ERASMUS MUNDUS EN BIO & PHARMACEUTICAL MATERIALS SCIENCE (Pla 2021). (Assignatura optativa).

Curs: 2024 **Crèdits ECTS:** 4.0 **Idiomes:** Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: ENRIQUE ROMERO MERINO

Altres: Segon quadrimestre:
FERNANDO PABLO MAZZANTI CASTRILLEJO - 10
ENRIQUE ROMERO MERINO - 10

CAPACITATS PRÈVIES

Una sòlida base matemàtica (àlgebra lineal y análisis multivariante) i estadística
Coneixements bàsics de programació

REQUISITS

Cap

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Bàsiques:
CB10. Que els estudiants posseeixen les habilitats d'aprenentatge que els permetin continuar estudiant d'una manera que haurà de ser en gran mesura autodirigida o autònoma.

METODOLOGIES DOCENTS

MD1 - Classes magistrals: En les classes magistrals s'exposen els continguts de la assignatura de forma oral per part d'un professor o professora sense la participació activa del alumnat.

MD4 - Treball en grup: Activitat d'aprenentatge que s'ha de fer mitjançant la col·laboració entre els membres d'un grup.

MD6 - Resolució de problemes: en l'activitat de resolució de problemes, el professorat presenta un exercici / problema que l'alumnat ha de resoldre, ja sigui treballant individualment, o en equip.

MD8 - Cerca d'informació: La recerca d'informació, organitzada com a cerca d'informació de manera activa per part de l'alumnat, permet l'adquisició d'informació de forma directa, però també l'adquisició d'habilitats i actituds relacionades amb la obtenció d'informació.

MD10 - Pràctiques: Permeten aplicar i configurar, a nivell pràctic, la teoria d'un àmbit de coneixement en un context concret.

OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

- Introducció a les Xarxes Neuronals
- Introducció a l'Aprenentatge Automàtic
- Entendre els perceptrons multi-capa
- Detallar l'algorisme d'aprenentatge Backpropagation
- Enfrontar l'estudiant amb els problemes pràctics que implica utilitzar una xarxa neuronal
- Entendre el Perceptró de Rosenblatt
- Entendre com les idees de base del Perceptró es poden estendre a màquines més sofisticades: Les Support Vector Machines
- Entendre les xarxes convolucionals
- Aprendre a resoldre problemes pràctics que poden aparèixer en l'entrenament de Xarxes Neuronals
- Entendre com es diferencia una xarxa recurrent d'una feed-forward
- Entendre el model de Hopfield com a exemple senzill de xarxa recurrent
- Entendre les Màquines de Boltzmann (MB) i el concepte d'aprendre una distribució de probabilitat
- Entendre les Màquines de Boltzmann Restringides (MBR) i els avantatges que tenen sobre les MBs
- Detallar l'algorisme d'aprenentatge de Contrastive Divergence per entrenar MBRs
- Entendre la relació de les MBs amb determinats sistemes físics
- Entendre el tractament de dades seqüencials utilitzant xarxes recurrents
- Relacionar els models anteriors amb el Deep Learning.

HORES TOTS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	64,0	64.00
Hores grup gran	36,0	36.00

Dedicació total: 100 h

CONTINGUTS

Conceptes Generals d'Aprenentatge Automàtic i Xarxes Neuronals

Descripció:

Els estudiants rebran els coneixements generals relacionats amb xarxes neuronals, és a dir, aquells comuns a qualsevol tipus de xarxa, més la justificació biològica i matemàtica d'aquests conceptes. Es motivarà la classificació de xarxes neuronals i es descriuran a grans trets els diferents tipus de xarxa. Es descriuen els conceptes bàsics de l'aprenentatge automàtic i la seva realització específica associada a les xarxes neuronals (la funcionalitat d'una xarxa s'assoleix mitjançant l'aprenentatge de la xarxa, donades unes dades associades a un problema concret).

Objectius específics:

- Entendre el concepte de Xarxa Neuronal i d'on prové
- Entendre els diferents tipus de xarxa
- Entendre el concepte d'Aprenentatge Automàtic i les seves particularitats experimentals
- Entendre com l'Aprenentatge Automàtic es relaciona amb les xarxes neuronals i com aquestes l'implementen

Activitats vinculades:

La Neurona Formal i les Xarxes Neuronals: Introducció
Conceptes generals de l'Aprenentatge Automàtic
Laboratori: Fonaments de Python i Introducció a les pràctiques: BP i CD-k

Dedicació: 16h

Grup gran/Teoria: 8h

Aprenentatge autònom: 8h

Xarxes Neuronals Feed-forward: Perceptrons Multi-capa, Support Vector Machines, Xarxes Convolucionals

Descripció:

Aquest primer bloc del curs girarà al voltant de les xarxes feed-forward i l'algorisme d'entrenament Backpropagation. S'explicarà les tres arquitectures més utilitzades: El perceptró i la seva generalització (Support Vector Machines), els perceptrons multi-capa i les xarxes convolucionals. Es posarà èmfasi en l'aspecte pràctic, posant molt de detall en els problemes que poden aparèixer en entrenar aquestes xarxes amb problemes reals. Es farà una pràctica relacionada amb el contingut d'aquest bloc.

Objectius específics:

- Entendre els perceptrons multi-capa
- Detallar l'algorisme d'aprenentatge Backpropagation per a que el puguin implementar els estudiants
- Enfrontar l'estudiant amb els problemes pràctics que implica utilitzar una xarxa neuronal
- Entendre el Perceptró de Rosenblatt
- Entendre com les idees de base del Perceptró es poden estendre a màquines més sofisticades: Les Support Vector Machines
- Explicar en detall les xarxes convolucionals
- Ensenyar a resoldre problemes pràctics que poden aparèixer en l'entrenament de Xarxes Neuronals

Activitats vinculades:

- Perceptrons Multi-Capa i Backpropagation
- Laboratori: Pràctica Backpropagation
- Perceptró i Support Vector Machines
- Xarxes Neuronal Convolucionals
- Aspectes Experimentals

Dedicació: 45h

Grup gran/Teoria: 15h

Aprenentatge autònom: 30h

Xarxes Neuronals Recurrents: Xarxes de Hopfield, Màquines de Boltzmann, LSTM

Descripció:

Aquest segon bloc del curs es centrarà al voltant de les xarxes recurrents, on veurem les xarxes de Hopfield i les Màquines de Boltzmann com a exemples clàssics de xarxa recurrent i les Màquines de Boltzmann Restringides (MBR) i les LSTM com a exemples de xarxes utilitzades en problemes pràctics. Es farà una pràctica sobre l'algorisme d'aprenentatge de les MBRs, anomenat Contrastive Divergence (CD-k).

Objectius específics:

- Entendre com es diferencia una xarxa recurrent d'una feed-forward
- Entendre el model de Hopfield com a exemple senzill de xarxa recurrent
- Entendre les Màquines de Boltzmann (MB) i el concepte d'aprendre una distribució de probabilitat
- Entendre les Màquines de Boltzmann Restringides (MBR) i els avantatges que tenen sobre les MBs
- Entendre amb detall l'algorisme de Contrastive Divergence per entrenar MBRs
- Entendre el tractament de dades seqüencials utilitzant LSTMs
- Relacionar els models treballats amb el Deep Learning.

Activitats vinculades:

Xarxes de Hopfield

Màquines de Boltzmann i Contrastive-Divergence

Laboratori: Pràctica CD-k

Xarxes LSTM

Deep Learning: Introducció

Dedicació: 39h

Grup gran/Teoria: 13h

Aprenentatge autònom: 26h



SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Es realitzaran dos examens al llarg del curs.

La nota de l'assignatura serà la mitjana dels examens, i podrà ser moderada per la realització de pràctiques de laboratori i/o un treball escrit en funció de l'evolució del curs.

No es faran actes de re-evaluació.

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

Es decidiran al llarg del curs

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Hertz, J.; Krogh, A.; Palmer, R.G. Introduction to the theory of neural computation. Redwood City: Addison-Wesley, 1991. ISBN 0201503956.
- Bishop, C.M. Neural networks for pattern recognition. Oxford: Clarendon Press, 1995. ISBN 0198538642.
- Graves, A. Supervised sequence labelling with recurrent neural networks [en línia]. Berlin, Heidelberg: Springer, 2012 [Consulta: 07/06/2021]. Disponible a: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-24797-2>. ISBN 978-3-642-24796-5.
- Goodfellow, I.; Bengio, Y.; Courville, A. Deep learning [en línia]. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2016 [Consulta: 19/10/2022]. Disponible a: <http://www.deeplearningbook.org/>. ISBN 978-0262035613.
- Coolen, A.C.C.; Kühn, R.; Sollich, P. Theory of neural information processing systems. Oxford: Oxford University Press, 2005. ISBN 9780198530244.

RECURSOS

Enllaç web:

- Curs Xarxes Neuronals (Hugo Larochelle).
<https://www.youtube.com/watch?v=SGZ6BttHMPw&list=PL6Xpj9I5qXYEcOhn7TqghAJ6NAPrNmUBH>

Altres recursos:

Cap