



Guia docent

230382 - AI2OT - Intel·ligència Artificial i la Internet de les Coses (Iot)

Última modificació: 11/04/2025

Unitat responsable: Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona
Unitat que imparteix: 744 - ENTEL - Departament d'Enginyeria Telemàtica.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA DE TELECOMUNICACIÓ (Pla 2013). (Assignatura optativa).
MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA ELECTRÒNICA (Pla 2013). (Assignatura optativa).
MÀSTER UNIVERSITARI EN TECNOLOGIES AVANÇADES DE TELECOMUNICACIÓ (Pla 2019). (Assignatura optativa).
MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA ELECTRÒNICA (Pla 2022). (Assignatura optativa).

Curs: 2025 **Crèdits ECTS:** 3.0 **Idiomes:** Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: JOSE PARADELLS ASPAS

Altres:

CAPACITATS PRÈVIES

Coneixements d'intel·ligència artificial, de microprocessadors i de sensòrica.

REQUISITS

No són necessaris requisits específics i l'alumne té els coneixements bàsics sobre intel·ligència artificial, microprocessadors i de sensors

METODOLOGIES DOCENTS

El seminari combina la introducció de conceptes teòrics bàsics amb aspectes pràctics. El seminari utilitza una plataforma disponible gratuïta (edgeimpulse.com) que permet construir un node IoT amb processament al "endpoint". El curs seguirà tots els passos des de la definició del problema a resoldre fins a la validació dels resultats. Començarà amb la selecció del dispositiu (node IoT), selecció de sensors. L'adquisició de dades posterior i l'extracció de característiques. En aquest punt podrem seleccionar la xarxa neuronal. Amb el conjunt de dades preparat i la xarxa definida l'entrenament es el següent pas. Un cop fet l'entrenament, realitzarem la validació i l'optimització per assegurar-nos que el model lo suficientment petit per ser executat en un microprocessador. El pas final consistirà en la integració de la xarxa neuronal en un node real i en demostrar la seva funcionalitat. La idea és que cada alumne ha de ser capaç de realitzar tots els passos mitjançant un dispositiu proporcionat per l'assignatura.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

L'estudiant, al final del curs, ha de ser capaç d'entendre els aspectes clau per construir solucions basades en la intel·ligència artificial, i ser capaç de construir-les per si mateix. Es presentaran i utilitzaran aspectes com l'adquisició de dades, la creació de conjunts de dades, l'augment de dades, l'etiquetatge, l'extracció de característiques, el model de xarxes neuronals, la formació, l'optimització i la validació.

L'ús de la intel·ligència artificial per a un dispositiu IoT permetrà veure tots els elements relacionats amb l'ús de la intel·ligència artificial però a petita escala (relaxant els requisits computacionals) i ser conscient de les restriccions de maquinari i la necessitat d'optimitzacions.



HORES TOTS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	51,0	68.00
Hores grup gran	16,0	21.33
Hores grup petit	8,0	10.67

Dedicació total: 75 h

CONTINGUTS

Introducció a la intel·ligència artificial (AI) i la Internet de les coses (IoT) i presentació plataforma de desenvolupament

Descripció:

La intel·ligència artificial s'ha associat a problemes complexos i a la computació pesada executada al núvol. El suministrament de dades també s'ajusta a aquest model, en el sentit que els sensors generen dades que s'han de transportar i emmagatzemar al núvol. Actualment s'ha vist que el processament no s'ha de fer al núvol, es pot fer a prop de la font de dades (edge computing) o fins i tot al mateix sensor (endpoint computing). Aquest últim enfocament redueix les necessitats de comunicació i la latència i és viable avui dia gràcies a la millora dels microprocessadors i models d'intel·ligència artificial. Es farà una presentació de les plataformes de desenvolupament i en concret de la que utilitzarà al curs (edgeimpulse.com)

Objectius específics:

Conèixer l'estat de l'art de la intel·ligència artificial per a dispositius de baixes prestacions (microprocessadors)

Activitats vinculades:

Presentació amb dispositives

Dedicació: 7h

Grup gran/Teoria: 3h

Aprenentatge autònom: 4h

Exemples d'ús de la Intel·ligència Artificial al dispositiu IoT.

Descripció:

En l'actualitat es poden trobar exemples d'ús de la intel·ligència artificial a l'IoT. Aquests van des del manteniment preventiu, usant vibracions, detecció d'intrusions, reconeixement de comandes per veu o per gestos a la implementació dels sensors sintètics. Aquests últims es basen en la captació d'una informació complexa com a so o imatge i generar informació més bàsica com una aixeta mal tancada o un comptador de persones.

Objectius específics:

Conèixer les aplicacions de la intel·ligència artificial a la Internet de les coses

Activitats vinculades:

Idear possibles nous casos d'ús que l'estudiant pugui implementar durant el seminari

Dedicació: 7h

Grup gran/Teoria: 3h

Aprenentatge autònom: 4h



Adquisició de dades i actuació

Descripció:

Una xarxa neuronal es pot veure com una caixa negra que davant d'unes entrades (informació de sensors) ofereix uns resultats que poden ser mostrats a l'usuari amb una pantalla o mitjançant accions (actuacions). Les informacions d'entrada poden ser ofertes per multitud de diferents tipus de sensors, des de tan simples com un detector de presència (entrega de 0s o 1s) a una càmera (seqüència d'imatges de $N \times M$ píxels de diferents colors). Els resultats poden generar una actuació com ara encendre una llum, tancar una porta, activar una alarma o donar una resposta textual (display) o sonora (altaveu). En aquesta sessió del seminari ens dedicarem a presentar els elements de generació de dades (sensors) i elements d'actuació (actuadors).

Objectius específics:

Identificar els sensors i els actuadors a usar en el projecte pensat per l'estudiant.

Activitats vinculades:

Anàlisi de diferents sensors i actuadors i els formats de dades que manegen

Dedicació: 11h

Grup gran/Teoria: 2h

Grup petit/Laboratori: 1h

Aprenentatge autònom: 8h

Extracció de característiques

Descripció:

Les dades que ofereixen els sensors poden no tenir el format per ser tractades per una xarxa neuronal. Per poder facilitar aquest procés en alguns casos es procedeix a allò que s'anomena l'extracció de característiques. Consisteix a processar les dades i destil·lar-ne d'altres que sense perdre informació rellevant per a la presa de decisions poden ser processades més fàcilment pels models de xarxes neuronals existents. L'extracció de característiques pot resultar molt rellevant, ja que en alguns casos exigeix una complexitat computacional més gran que l'associada amb la necessària per obtenir una inferència de la xarxa neuronal. Un exemple típic són les dades basades en so.

Objectius específics:

identificar la transformació de les dades i el seu impacte en el cost computacional i la pèrdua de precisió

Activitats vinculades:

decidir si es necessari transformar les dades del projecte i com es pot fer

Dedicació: 7h

Grup gran/Teoria: 1h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 4h

Sel.lecció de la xarxa neuronal a fer servir

Descripció:

Les xarxes neuronals poden presentar diferents nivells amb diferents relacions entre nivells i diferents operacions a cadascun dels nivells. Poden ser seqüencials o poden tenir realimentació. La combinació dels diferents elements permet tenir solucions que captin millor la variabilitat de les dades d'entrada o que necessitin un menor nombre d'operacions i consum de memòria. Aquesta sessió es pretén revisar les diferents capes i connexions donant indicacions sobre la bondat de certes combinacions per tractar certs problemes.

Objectius específics:

Entendre la xarxa neuronal que es farà servir i les implicacions de la seva modificació

Activitats vinculades:

Analtzar les possibles modificacions de la xarxa neuronal

Dedicació: 7h

Grup gran/Teoria: 2h

Grup petit/Laboratori: 1h

Aprenentatge autònom: 4h

Entrenament, validació i optimització

Descripció:

Una xarxa neuronal ha de ser entrenada per aconseguir que pugui inferir conclusions amb noves dades que es puguem oferir. Aquest entrenament es pot associar com a aprenentatge mitjançant experiències. L'entrenament es fa com una minimització de l'error d'una funció complexa i es basa en unes dades d'entrenament i unes de test o validació. L'entrenament pot requerir més o menys iteracions i pot tenir diferents maneres de buscar el mínim de la funció d'error. Un cop es té una xarxa entrenada es pot avaluar en quina mesura es degraden les prestacions en simplificar-la traient enllaços entre nivells, traient nodes o reduint la resolució dels valors que fa servir la xarxa

Objectius específics:

Entendre les opcions disponibles per l'entrenament i les possibilitats d'optimització

Activitats vinculades:

Estudiar l'efecte de les diferents opcions d'entrenament

Dedicació: 9h

Grup gran/Teoria: 2h

Grup petit/Laboratori: 1h

Aprenentatge autònom: 6h



Instal·lació i us de la sol·lució desenvolupada

Descripció:

La xarxa neuronal dissenyada s'ha de poder fer servir en un dispositiu IoT. Per això ha de poder rebre dades dels sensors del dispositiu i ha de poder general respostes (actuacions). S'ha de desplegar la xarxa neuronal al dispositiu i afegir codi per implementar l'actuació. Per simplificar aquest desplegament es farà servir un entorn de programació Arduino. La solució executant-se sobre el node IoT es verificarà en un entorn d'ús real

Objectius específics:

Relacionar la caixa negra que representa una xarxa neuronal amb l'entrada de dades i la sortida d'inferències a un node IoT

Activitats vinculades:

Programació entrades i sortides de la xarxa neuronal

Dedicació: 9h

Grup gran/Teoria: 1h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 6h

Presentació del projecte desenvolupat i els seus resultats

Descripció:

El darrer dia de classe cada alumne presentarà el resta de la classe el seu projecte i els resultats obtinguts en una demostració real

Objectius específics:

Ser capaz, en uns pocs minuts de temps, d'explicar la motivació del projecte, la sol·lució adoptada i els resultats

Activitats vinculades:

Preparar un discurs de pocs minuts síntesi de la feina feta durant el seminari

Dedicació: 18h

Grup gran/Teoria: 2h

Grup petit/Laboratori: 1h

Aprenentatge autònom: 15h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

S'utilitzaran tres elements per a l'avaluació

- 1.- Participació a classe: 20%
- 2.- Idea i desenvolupament del projecte: 30%
- 3.- Realització del projecte i documentació (inclòs un vídeo): 50%



BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Warden, Pete; Situnayake, Daniel. Tinyml: machine learning with tensorflow lite on arduino and ultra-low-power microcontrollers [en línia]. Beijing: O'Reilly, 2020 [Consulta: 16/02/2022]. Disponible a: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=5995898>. ISBN 9781492051992.
- Warden, Pete. "Why the future of machine learning is tiny". Pete Warden's blog [en línia]. June 11, 2018 [Consulta: 26/01/2022]. Disponible a: <https://petewarden.com/2018/06/11/why-the-future-of-machine-learning-is-tiny/>.
- Laput, Gierard. "Synthetic Sensors : towards general-purpose sensing". web Gierad.com [en línia]. 2017 [Consulta: 26/01/2022]. Disponible a: <https://www.gierad.com/projects/supersensor/>.
- Torras, Jordi. Python deep learning : introducción práctica con Keras y TensorFlow 2. Barcelona: Marcombo, 2020. ISBN 9788426728289.
- "Edge Impulse". Edge Impulse documentation [en línia]. [2021] [Consulta: 26/01/2022]. Disponible a: <https://docs.edgeimpulse.com/docs>.
- Shore, Chris. "Transforming endpoints with artificial intelligence". web ARM [en línia]. 2021 [Consulta: 26/01/2022]. Disponible a: <https://armkeil.blob.core.windows.net/developer/Files/pdf/white-paper/arm-transforming-iot-endpoints-whitepaper.pdf>.
- Merenda, Massimo; Porcaro, Carlo; Iero, Demetrio. "Edge machine learning for AI-enabled IoT devices: a review". Sensors [en línia]. 20(9), 2533 [Consulta: 26/01/2022]. Disponible a: <https://doi.org/10.3390/s20092533>.
- Martins, Franck. "AI Edge Computing : new paradigm for IoT". web ST [en línia]. 2018 [Consulta: 26/01/2022]. Disponible a: <https://tuit.cat/jgmxm>.

Complementària:

- Murshed, M.G. Sarwar [et al.]. "Machine learning at the network edge: a survey". ACM Computing Surveys [en línia]. Volume 54, Issue 8 [Consulta: 26/01/2022]. Disponible a: <https://dl-acm-org.recursos.biblioteca.upc.edu/doi/10.1145/3469029>.

RECURSOS

Material informàtic:

- Nom recurs. PC personal que l alumne haura de portar a classe
- Entorn de programació. IDE Arduino
- Dispositiu IoT. Cada alumne podrà usar durant el període de l'assignatura un dels següents dispositius: nano 33 BLE sense o ESP-CAM

Enllaç web:

- Entorn de desenvolupament web. Plataforma de desenvolupament. EdgeImpulse.com