

Internet de les Coses

Codi: 104421
Crèdits: 6

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
2503740 Matemàtica Computacional i Analítica de Dades	OT	4	1

Professor/a de contacte

Nom: Jordi Carrabina Bordoll

Correu electrònic: jordi.carrabina@uab.cat

Idiomes dels grups

Podeu accedir-hi des d'aquest [enllaç](#). Per consultar l'idioma us caldrà introduir el CODI de l'assignatura. Tingueu en compte que la informació és provisional fins a 30 de novembre de 2023.

Equip docent

Marc Codina Barbera

Prerequisits

L'assignatura és autocontinguda i per tant no hi ha pre-requisits específics.

Objectius

El món de les TIC s'està estructurant sobre diversos conceptes. Un d'ells és el de l'Internet dels Objectes, que es basa en ampliar el domini dels sistemes computacionals connectats als objectes (devices) amb solucions molt petites que interactuen amb el món real via sensors i actuadors de molt baix consum, en diferents àmbits: personal/wearables, salut, domòtica, medi ambient, distribució d'energia i aigua, automoció, etc. Aquests es connecten mitjançant diversos protocols a una plataforma intermèdia fixa o mòbil (edge) que gestiona, filtra i processa una part de les dades de manera local, i que és connecta al núvol (cloud) on s'emmagatzemen, processen i visualitzen les dades. La posta en marxa d'aquests sistemes requereix integrar els diversos conceptes, adquirits als estudis de grau, en aquest nou paradigma device-edge-cloud associat a diferents tipus de plataformes computacionals (single-, multi-, many-core processors) amb diferents requeriments de funcionalitat, energia, latència, amplada de banda i cost; i diferents models de programació i comunicacions, i les diferents solucions cloud de back-end i front-end, per la qual cosa cal un major nivell d'abstracció a nivell de interfases (APIs i Middleware) i virtualització (computació i comunicacions).

Objectius:

Establir els fonaments de l'Internet dels objectes (IoT): dispositiu, perifèria (edge) i núvol (cloud).

Aprendre a classificar els processadors, sensors, actuadors i sistemes integrats, i a seleccionar protocols de comunicacions.

Avaluar els requeriments de funcionalitat i les prestacions en termes de cost, temps real i eficiència energètica.

Avaluar el cost de les estructures de dades en funció dels sensors, computació, comunicació, emmagatzematge i visualització a cada nivell.

Seleccionar plataformes encastades i mòvils per a la perifèria (edge) i les solucions cloud per a backend i front-end.

Gestionar la virtualització de la computació i les comunicacions.

Dissenyar un cas d'exemple teòric i pràctic de la cadena IoT d'aplicació específica

Competències

- Avaluar de manera crítica i amb criteris qualitat el treball realitzat.
- Dissenyar, desenvolupar, mantenir i avaluar sistemes de programari que permeten representar, emmagatzemar i manipular de forma fiable i eficient grans volums de dades heterogènies d'acord amb els requisits establerts.
- Implementar i optimitzar aplicacions basades en les funcionalitats i estructura dels sistemes paral·lels, distribuïts i en núvol, i les xarxes de computadors i internet.
- Que els estudiants hagin desenvolupat aquelles habilitats d'aprenentatge necessàries per emprendre estudis posteriors amb un alt grau d'autonomia.
- Que els estudiants sàpiguen aplicar els coneixements propis a la seva feina o vocació d'una manera professional i tinguin les competències que se solen demostrar per mitjà de l'elaboració i la defensa d'arguments i la resolució de problemes dins de la seva àrea d'estudi.
- Que els estudiants tinguin la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants (normalment dins de la seva àrea d'estudi) per emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes destacats d'índole social, científica o ètica.
- Treballar cooperativament en un context multidisciplinar asumint i respectant el rol de los diferentes miembros del equipo.
- Utilitzar eficaçment la bibliografia i els recursos electrònics per obtenir informació.

Resultats d'aprenentatge

1. Avaluar de manera crítica i amb criteris de qualitat el treball desenvolupat.
2. Integrar de manera eficient dades heterogènies procedents de diversos dispositius i sistemes interconnectats.
3. Que els estudiants hagin desenvolupat aquelles habilitats d'aprenentatge necessàries per emprendre estudis posteriors amb un alt grau d'autonomia.
4. Que els estudiants sàpiguen aplicar els coneixements propis a la seva feina o vocació d'una manera professional i tinguin les competències que se solen demostrar per mitjà de l'elaboració i la defensa d'arguments i la resolució de problemes dins de la seva àrea d'estudi.
5. Que els estudiants tinguin la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants (normalment dins de la seva àrea d'estudi) per emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes destacats d'índole social, científica o ètica.
6. Seleccionar els components, les tecnologies, les plataformes i els conjunts de dades més adequats per desenvolupar solucions per als problemes d'Internet de les coses.
7. Treballar cooperativament en un context multidisciplinari assumint i respectant el rol dels diferents membres de l'equip.
8. Utilitzar eficaçment la bibliografia i els recursos electrònics per obtenir informació.

Continguts

Teoria i problemes

1. Visió global del Internet dels Objectes i Virtualització

- Funcionalitat i arquitectura dels sistemes IoT: Dispositiu, perifèria, núvol
- Cloud back-end & front-end

- Plataformes virtuals per a sistemes incrustats
- Plataformes virtuals per a sistemes de núvol: IaaS, PaaS, SaaS
- Virtualització de comunicacions

2. Introducció a les comunicacions cablejades i sense fils

- Estandardització de les comunicacions
- Protocols cablejats per a connectar dispositius, perifèria i núvol
- Xarxes sense fils entre dispositius i perifèria: WBAN, WPAN, WLAN, LPWAN
- Xarxes sense fils entre perifèria i núvol: WLAN, WAN, LPWAN, 5G

3. Plataformes embedded i mòvils

- Plataformes embedded: obertes i industrials
- Exemples de plataformes
- Plataformes mòvils
- Paquetització de dades en comunicacions

4. Dispositius IoT

- Exemples i Casos d'ús
- Components HW: processadors, sensors, actuadors, energia, passius, mecànica
- Prestacions: cost, temps-real (latència, throughput) i eficiència energètica
- Estàndards i propietat intel·lectual

Projecte guiat: Disseny d'un sistema IoT (original)

- P1. Idees originals per al disseny d'un sistema IoT i estudi de mercat preliminar
- P2. Especificacions funcionals i de prestacions del projecte
- P3. Arquitectura de blocs i comunicacions del sistema IoT i alternatives d'implementació
- P4. Implementació del sistema. Selecció de components i plataformes
- P5. Estimació de planificació, costos, prestacions i model de negoci
- P6. Document, presentació i defensa del projecte

Laboratori: Prototip del sistema IoT (original)

- L1. Introducció a la programació d'un SoC MCU-BLE
- L2. Emulació del flux de dades i del control dels sensors + MCU + Bluetooth.
- L3. Programació d'aplicacions Android I: adquisició de dades i transmissió per Bluetooth Low Energy.
- L4. Programació Android II: computació i aplicació JSON de connexió a un servidor.
- L5. Aplicació al núvol: back-end & front-end
- L6. Presentació final

Metodologia

La metodologia d'aprenentatge combinarà: classes magistrals, activitats en sessions tutoritzades; casos d'ús; exercicis utilitzant exemples reals i aprenentatge basat en projectes; debats i altres activitats col·laboratives; i sessions de laboratori amb plataformes actuals.

L'assistència és obligatòria per a les activitats: projecte de disseny i pràctiques de laboratori que es faran en grups de 2 o 3 persones.

Les sessions de laboratori es faran en format supervisat (no guiat) per oferir major autonomia als estudiants i un suport més personalitzat.

S'utilitzarà el campus virtual de la UAB a <https://cv.uab.cat>.

Nota: es reservaran 15 minuts d'una classe, dins del calendari establert pel centre/titulació, per a la complementació per part de l'alumnat de les enquestes d'avaluació de l'actuació del professorat i d'avaluació de l'assignatura/mòdul.

Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Classes magistrals i seminaris	30	1,2	2, 3, 4, 5, 6, 8
Estudi i treball fora de l'aula	90	3,6	1, 2, 4, 6, 7, 8
Tipus: Supervisades			
Laboratoris i Projecte de Disseny	28	1,12	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8

Avaluació

L'avaluació dels alumnes utilitzarà l'avaluació continuada i la nota final del curs es calcula de la següent manera:

A - 20% de la nota obtinguda per l'avaluació de les activitats proposades (tipus exercicis). Quan es programi una activitat d'avaluació s'indicarà quins indicadors s'usaran per avaluar i el seu pes en la qualificació.

C - 40% de la nota obtinguda per l'avaluació del treball de disseny d'un sistema IoT (original).

D - 40% de la nota obtinguda per l'estudiant dels treballs de laboratori. Cal superar el 5 (sobre 10) en aquest ítem per aprovar l'assignatura.

Per obtenir MH caldrà que els alumnes tinguin una qualificació global superior a 9 amb les limitacions de la UAB (1MH/20alumnes). Com a criteri de referència, s'assignaran per ordre descendent.

Una nota final ponderada no inferior al 50% és suficient per superar el curs, sempre que s'assoleixi una puntuació superior a un terç de la gamma en els 2 primers ítems (A i B).

No es tolerarà el plagi. Tots els estudiants implicats en una activitat de plagi seran suspesos automàticament. S'assignarà una nota final no superior al 30%.

Un estudiant que no hagi aconseguit una nota mitjana ponderada suficient, pot optar per sol·licitar activitats de recuperació (treballs individuals o prova de síntesi) de l'assignatura en les següents condicions:

- l'estudiant ha d'haver participat en els treballs de laboratori i projecte de disseny,
- l'estudiant ha de tenir una mitjana ponderada final superior al 30%, i
- l'estudiant no ha fallat en cap activitat per culpa del plagi.

L'estudiant rebrà una nota de "No Avaluable" en cas que:

- l'estudiant no hagi pogut ser avaluat en les activitats de laboratori per no haver-hi assistit o no haver entregat els corresponents informes sense causa justificada.
- l'estudiant no hagi realitzat un mínim del 50% de les activitats proposades.
- l'estudiant no hagi realitzat el treball de disseny.

Els estudiants repetidors podran "guardar" la seva qualificació en les activitats de laboratori.

Activitats d'avaluació continuada

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Activitats individuals (tipus exercicis)	20%	0	0	1, 2, 4, 6, 8
Avaluació d'activitats desenvolupades en sessions tutoritzades (laboratoris)	40%	0	0	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8
Informe i presentació del projecte de disseny	40%	2	0,08	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

Bibliografia

- C. Pfister. Getting Started with the Internet of Things: Connecting Sensors and Microcontrollers to the Cloud (Make: Projects) . O'Really. 2011.
- A. McEwen, H. Cassimally. Designing the Internet of Things.2014. Willey.
- A. Bahga, V. Madiseti. Internet of Things: A Hands-on Approach. VTP. 2015.
- S. Greengard, The Internet of Things. The MIT Press Essential Knowledge series.
- V. Zimmer. Development Best Practices for the Internet of Things.
- A. Bassi, M. Bauer, M. Fiedler, T. Kramp, R. van Kranenburg, S. Lange, S. Meissner. (Eds) Enabling Things to Talk - Designing IoT solutions with the IoT Architectural Reference Model. Springer.
- J. Olenewa, Guide to Wireless Communications, 3rd Edition, Course Technology, 2014.
- P. Raj and A. C. Raman, The Internet of Things: Enabling Technologies, Platforms and Use Cases, CRC Press 2017.
- H. Geng (Ed.), Internet of the Things and Data Analytics Handbook, Wiley 2017.
- Y. Noergaard, "Embedded Systems Architecture" 2nd Edition, 2012, Elsevier
- K. Benzekki, Softwaredefined networking (SDN): a survey, 2017, <https://doi.org/10.1002/sec.1737>
<https://blogs.cisco.com/innovation/barcelona-fog-computing-poc>
<https://aws.amazon.com/>
- A.K. Bourke et al. Evaluation of waist-mounted tri-axial accelerometer based fall-detection algorithms during scripted and continuous unscripted activities, Journal of Biomechanics, Volume 43, Issue 15, 2010, pp. 3051-3057
- N. Jia. Detecting Human Falls with a 3-Axis Digital Accelerometer. Analog Devices.
<http://www.analog.com/en/analog-dialogue/articles/detecting-falls-3-axis-digital-accelerometer.html>

Programari

S'utilitzarà la plataforma SoC-BLE de Nordic Semiconductors com a device; el mòbil amb Android com a Edge; y una opció (a trar pels alumnes) de servidor cloud amb front-end i back-end.

Es possible que hi hagi millores en aquesta cadena (que es mantindrà la mateixa estructura).