

**Còmput en la Perifèria**

Codi: 44025  
Crèdits: 6

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
4316624 Internet dels Objectes per a Salut Digital / Internet of Things for e-Health	OT	0	2

**Professor/a de contacte**

Nom: Remo Suppi Boldrito

Correu electrònic: Remo.Suppi@uab.cat

**Utilització d'idiomes a l'assignatura**

Llengua vehicular majoritària: anglès (eng)

**Prerequisits**

Es recomana tenir coneixements bàsics sobre Linux i Cloud Computing (conceptes i pràctiques).

**Objectius**

Aquest curs explorarà la investigació, els entorns i les aplicacions en Edge Computing. El curs començarà amb una revisió dels problemes del Big Data en Cloud i l'estudiant explorarà els entorns per a la computació en dispositius a la perifèria i en el núvol. Els estudiants també crearan un projecte de laboratori per provar tecnologies de computació en la perifèria i el núvol.

**Competències**

- Aplicar les eines bàsiques d'investigació a l'àmbit de l'Internet de les coses en salut.
- Desplegar i adaptar serveis i aplicacions geodistribuïdes en dispositius mòbils orientats a les infraestructures Cloud i Edge computing.
- Dissenyar, desenvolupar, gestionar i avaluar mecanismes de certificació, compressió i garantia de seguretat en el tractament i accés de la informació en un sistema de processament local o distribuït.
- Que els estudiants sàpiguen aplicar els coneixements adquirits i la seva capacitat de resolució de problemes en entorns nous o poc coneguts dins de contextos més amplis (o multidisciplinaris) relacionats amb la seva àrea d'estudi.
- Que els estudiants sàpiguen comunicar les seves conclusions, així com els coneixements i les raons últimes que les fonamenten, a públics especialitzats i no especialitzats d'una manera clara i sense ambigüitats.
- Que els estudiants tinguin les habilitats d'aprenentatge que els permetin continuar estudiant, en gran manera, amb treball autònom a autodirigit.
- Utilitzar i implementar mètodes, tècniques, programes d'ús específic, normes i estàndards en el desenvolupament d'aplicacions mòbils/portables i de les xarxes socials en l'àmbit de la salut.

**Resultats d'aprenentatge**

1. Analitzar i planificar una solució distribuïda òptima en una infraestructura mixta Clouds/Edge segons els dispositius disponibles en entorns eHealth aprofitant les capacitats dels sistemes geodistribuïts.
2. Aplicar les eines bàsiques d'investigació a l'àmbit de l'Internet de les coses en salut.
3. Dissenyar i avaluar un prototip d'aplicació Edge Computing respecte a la seva infraestructura necessària i els seus costos.
4. Implementar solucions de computació mòbil eficients energèticament mitjançant apps i serveis.

5. Implementar solucions segures en entorns Edge.
6. Que els estudiants sàpiguen aplicar els coneixements adquirits i la seva capacitat de resolució de problemes en entorns nous o poc coneguts dins de contextos més amplis (o multidisciplinaris) relacionats amb la seva àrea d'estudi.
7. Que els estudiants sàpiguen comunicar les seves conclusions, així com els coneixements i les raons últimes que les fonamenten, a públics especialitzats i no especialitzats d'una manera clara i sense ambigüitats.
8. Que els estudiants tinguin les habilitats d'aprenentatge que els permetin continuar estudiant, en gran manera, amb treball autònom a autodirigit.

## Continguts

Temes del curs:

Unitat 1: Introducció a *Edge Computing*

Unitat 2: El *Cloud Computing*: problemes i solucions

Unitat 4: *Edge Architectures & frameworks*. Simulació.

Unitat 5: Aplicacions per Edge Computing i estudi de cas (proveïdor de dades + aplicació per a mòbils + *backend*).

## Metodologia

El curs es desenvoluparà en classes, sessions de laboratori i seminaris amb grups de discussió i presentacions d'estudiants.

## Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Classes conceptuals	27	1,08	1, 2, 3, 4, 5, 8
Pràctiques	12	0,48	2, 3, 4, 5
Tipus: Autònomes			
Preparació i estudi	40	1,6	1, 2, 3, 6, 7, 8
Treball Col·laboratiu	20	0,8	1, 2, 6, 7, 8
Treball personal	40	1,6	1, 2, 3, 5, 6, 8

## Avaluació

L'avaluació es farà pels casos d'estudis proposats mitjançant les eines presentades a les sessions de pràctiques i labs. El treball en grup i la interacció (fòrums) també seran avaluats. Finalment l'alumne realitzarà un test conceptual per avaluar els aspectes principals de l'assignatura.

Integritat acadèmica

Si s'està utilitzant el treball d'una altra persona (codi, publicacions d'investigació, etc.) per produir qualsevol treball per a aquest curs, l'estudiant ha de:

- Indicar com s'utilitza aquest treball,

- Incloure aquest treball en la secció de bibliografia.

La violació d'aquestes polítiques es considera una violació de la integritat acadèmica, i l'estudiant serà sotmès a les sancions assenyalades per la coordinació dels estudis de MsC a l'Escola d'Enginyeria. L'estudiant està sotmès als drets i responsabilitats que inclogui una sanció acadèmica gestionada pel professor i/o acció per un procés de plagi d'acord a les normes indicades per la UAB per responsabilitats derivades.

## Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Discussió als fòrums	17	3	0,12	1, 2, 3, 4, 5
Estudis de casos: anàlisi i desenvolupament	48	4	0,16	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
Test conceptual	35	4	0,16	1, 3, 4, 5, 6, 7

## Bibliografia

General:

- [The Emergence of Edge Computing](#)  
M. Satyanarayanan. Computer, vol. 50, no. 1, Jan. 2017
- [Edge-centric Computing: Vision and Challenges](#)  
P. Lopez, A. Montresor, D. Epema, A. Datta, T. Higashino, A. Iamnitchi, M. Barcellos, P. Felber, and E. Rivore. Computer Communication Review 45 (5): 37-42 (2015)
- [Computing on the Edge: A Platform for Replicating Internet Applications](#)  
Rabinovich, Michael, and Xiao, Zhen, and Aggarwal, Amit. Web Content Caching and Distribution: Proceedings of the 8th International Workshop, 2004
- [Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing](#)  
Michael Armbrust Armando Fox, Rean Griffith, Anthony D. Joseph, Randy H. Katz, Andrew Konwinski, Gunho Lee, David A. Patterson, Ariel Rabkin, Ion Stoica, Matei Zaharia. Tech. Rep. UCB/EECS-2009-28, Feb 10, 2009.
- [NIST definition of cloud computing](#)  
P. Mell and T. Grance. Special Publication 800-145
- [Gearing resource-poor mobile devices with powerful clouds: architectures, challenges, and applications](#)  
Fangming Liu, Peng Shu, Hai Jin, Linjie Ding, Jie Yu, Di Niu, and Bo Li. IEEE Wireless Communications June 2013
- [Cloud-Based Augmentation for Mobile Devices: Motivation, Taxonomies, and Open Challenges](#)  
Saeid Abolfazli, Zohreh Sanaei, Ejaz Ahmed, Abdullah Gani, Rajkumar Buyya. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 16(1), Feb. 2014
- [Mobile cloud computing: A survey](#)  
Niroshinie Fernando, Seng W. Loke, Wenny Rahayu. Future Generation Computer Systems 29 (2013)
- [Edge Computing Complete Self-Assessment guide](#). Gerardus Blokdyk. 2017.
- [Fog Computing in the Internet of Things: Intelligence at the Edge](#) 2018.
- [Internet of Things for Architects: Architecting IoT solutions by implementing sensors, communication infrastructure, edge computing, analytics, and security](#) Paperback. Perry Lea. 2018

Específica:

- [CloneCloud: elastic execution between mobile device and cloud](#)  
Chun, Byung-Gon and Ihm, Sunghwan and Maniatis, Petros and Naik, Mayur and Patti, Ashwin. Eurosys 2011
- [ThinkAir: Dynamic resource allocation and parallel execution in cloud for mobile code offloading](#)  
S. Kosta, A. Aucinas, P. Hui, R. Mortier, and X. Zhang. INFOCOMM 2012

- [Just-in-time provisioning for cyber foraging](#)  
Ha, Kiryong and Pillai, Padmanabhan and Richter, Wolfgang and Abe, Yoshihisa and Satyanarayanan, Mahadev. ACM MobiSys 2013
- [Tactical Cloudlets: Moving Cloud Computing to the Tactical Edge](#)  
Grace Lewis, James Root, Dan J. Klinedinst, Keegan M. Williams, Ben W. Bradshaw, Sebastian Echeverra. SEI CMU Publication, November 2015
- [OpenStack++ for Cloudlet Deployment](#)  
Kiryong Ha, Mahadev Satyanarayanan. CS Techreport CMU-CS-15-123, August 2015
- [The role of cloudlets in hostile environments.](#)  
Mahadev Satyanarayanan et al. Proceeding of the fourth ACM workshop on Mobile cloud computing and services (MCS '13)
- [A Survey of Computation Offloading for Mobile Systems](#)  
Kumar, Karthik and Liu, Jibang and Lu, Yung-Hsiang and Bhargava, Bharat. Journal Mobile Networks and Applications Volume 18 Issue 1, February 2013

#### Arquitectura Edge, Serveis

- [ECC: Edge Cloud Composites](#)  
Bhardwaj, Ketan and Sreepathy, Sreenidhy and Gavrilovska, Ada and Schwan, Karsten. MobileCloud 2014
- [Cloud4Home. Enhancing Data Services with @Home Clouds](#)  
Sudarsun Kannan, Ada Gavrilovska, Karsten Schwan. CDCS 2011
- [ParaDrop: Enabling Lightweight Multi-tenancy at the Network's Extreme Edge](#)  
P. Liu, D. Willis and S. Banerjee. IEEE/ACM Symposium on Edge Computing (SEC), 2016
- [AppSachet: Distributed app delivery from the edge cloud](#)  
Bhardwaj, Ketan and Agarwal, Pragya, Gavrilovska, Ada and Schwan, Karsten. EAI International Conference on Mobile Computing, Applications and Services, 2015
- [Databox](#) Project
- [Apache Edgent](#)
- [Cloudy](#) Project
- [Microservices](#)
- [IOTracks](#)
- [EdgeFoundry](#)
- [DC/OS](#)
- [StreamSets](#)
- [OpenFog Consortium](#)
- [OpenEdge Computing](#)

#### IoT

- [An Operating System for the Home](#)  
Colin Dixon (IBM Research) Ratul Mahajan Sharad Agarwal A.J. Brush Bongshin Lee Stefan Saroiu Paramvir Bahl. NSDI 2012
- [IoT-MAP: IoT mashup application platform for the flexible IoT ecosystem](#)  
S. Heo, S. Woo, J. Im and D. Kim. 5th International Conference on the Internet of Things (IOT), 2015
- [Smart LaBLEs: Proximity, Autoconfiguration, and a Constant Supply of Gatorade](#)  
A. F. Harris, V. Khanna, G. S. Tuncay and R. H. Kravets. IEEE/ACM Symposium on Edge Computing (SEC), 2016
- [The Cloud is Not Enough: Saving IoT from the Cloud](#)  
Zhang, Ben and Mor, Nitesh and Kolb, John and Chan, Douglas S. and Goyal, Nikhil and Lutz, Ken and Allman, Eric and Wawrzynek, John and Lee, Edward and Kubiatowicz, John. Proceedings of the 7th USENIX Conference on Hot Topics in Cloud Computing, 2015
- [The Internet of Things Has a Gateway Problem](#)  
Zachariah, Thomas and Klugman, Noah and Campbell, Bradford and Adkins, Joshua and Jackson, Neal and Dutta, Prabal  
HotMobile '15

#### Device Clouds, Edge Sensor Systems

- [STRATUS: Assembling Virtual Platforms from Device Clouds](#)  
Minsung Jang, Karsten Schwan. IEEE Cloud 2011
- [Vision: mClouds . Computing on Clouds of Mobile Devices](#)  
Emiliano Miluzzo, Ramon Caceres, Yih-Farn Chen. MCS 2012
- [The Swarm at the Edge of the Cloud.](#)
- E. A. Lee et al. IEEE Design Test, 2014
- [OUL: An Edge-Cloud System for Mobile Applications in a Sensor-Rich World](#)  
M. Jang, H. Lee, K. Schwan and K. Bhardwaj. IEEE/ACM Symposium on Edge Computing (SEC), 2016
- [The Design and Implementation of a Wireless Video Surveillance System](#)  
Zhang, Tan and Chowdhery, Aakanksha and Bahl, Paramvir (Victor) and Jamieson, Kyle and Banerjee, Suman  
Proceedings of the 21st Annual International Conference on Mobile Computing and Networking, MobiCom 2015
- [Nebula: Distributed Edge Cloud for Data Intensive Computing](#)
- [A Hybrid Edge-cloud Architecture for Reducing On-demand Gaming Latency](#)  
Choy, Sharon and Wong, Bernard and Simon, Gwendal and Rosenberg, Catherine. Multimedia Syst. 20(5), 2014
- [Scalable Crowd-Sourcing of Video from Mobile Devices](#)  
Simoens, Pieter and Xiao, Yu and Pillai, Padmanabhan and Chen, Zhuo and Ha, Kiryong and Satyanarayanan, Mahadev. Mobisys 2013
- [Medusa: A Programming Framework for Crowd-Sensing Applications](#)  
Ra, Moo-Ryong and Liu, Bin and La Porta, Tom F. and Govindan, Ramesh  
Mobisys 2012
- [Odessa: Enabling Interactive Perception Applications on Mobile Devices](#)  
Ra, Moo-Ryong and Sheth, Anmol and Mummert, Lily and Pillai, Padmanabhan and Wetherall, David and Govindan, Ramesh  
Mobisys 2011.