

Guia docent

270617 - CSN - Xarxes Socials i Complexes

Última modificació: 29/07/2025

Unitat responsable: Facultat d'Informàtica de Barcelona
Unitat que imparteix: 723 - CS - Departament de Ciències de la Computació.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA INFORMÀTICA (Pla 2012). (Assignatura optativa).
MÀSTER UNIVERSITARI EN INNOVACIÓ I RECERCA EN INFORMÀTICA (Pla 2012). (Assignatura optativa).
MÀSTER UNIVERSITARI EN CIÈNCIA DE DADES (Pla 2021). (Assignatura optativa).

Curs: 2025 **Crèdits ECTS:** 6.0 **Idiomes:** Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: RAMON FERRER CANCHO

Altres:

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:

CEC1. Capacitat per aplicar el mètode científic en l'estudi i anàlisi de fenòmens i sistemes en qualsevol àmbit de la Informàtica, així com en la concepció, disseny i implantació de solucions informàtiques innovadores i originals.

CEC2. Capacitat per al modelatge matemàtic, càlcul i disseny experimental en centres tecnològics i d'enginyeria d'empresa, particularment en tasques de recerca i innovació en tots els àmbits de la Informàtica.

CEE3.1. Capacidad para identificar barreras computacionales y analizar la complejidad de problemas computacionales en diversos ámbitos de la ciencia y la tecnología; así como para representar problemas de alta complejidad en estructuras matemáticas que puedan ser tratadas eficientemente con esquemas algorítmicos.

CEE3.2. Capacidad para utilizar un espectro amplio y variado de recursos algorítmicos para resolver problemas de alta dificultad algorítmica.

CEE3.3. Capacidad para entender las necesidades computacionales de problemas de disciplinas distintas de la informática y efectuar contribuciones significativas en equipos multidisciplinares que usen la computación.

Genèriques:

CG1. Capacidad para aplicar el método científico en el estudio y análisis de fenómenos y sistemas en cualquier ámbito de la Informática, así como en la concepción, diseño e implantación de soluciones informáticas innovadoras y originales.

CG3. Capacidad para el modelado matemático, cálculo y diseño experimental en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación e innovación en todos los ámbitos de la Informática.

Transversals:

CTR3. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip, ja sigui com a un membre més, ja sigui realitzant tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes d'una manera pragmàtica i amb sentit de la responsabilitat; assumir compromisos tenint en compte els recursos disponibles.

CTR4. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i d'informació de l'àmbit de l'enginyeria informàtica, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

CTR5. ACTITUD ADEQUADA DAVANT EL TREBALL: Tenir motivació per a la realització professional i per a afrontar nous reptes, tenir una visió àmplia de les possibilitats de la carrera professional en l'àmbit de l'enginyeria en informàtica. Sentir-se motivat per la qualitat i la millora contínua, i actuar amb rigor en el desenvolupament professional. Capacitat d'adaptació als canvis organitzatius o tecnològics. Capacitat de treballar en situacions de carència d'informació i/o amb restriccions temporals i/o de recursos.

CTR6. RAONAMENT: Capacitat de raonament crític, lògic i matemàtic. Capacitat de resoldre problemes en la seva àrea d'estudi. Capacitat d'abstracció: capacitat de crear i utilitzar models que reflecteixin situacions reals. Capacitat de dissenyar i realitzar experiments senzills, i analitzar-ne i interpretar-ne els resultats. Capacitat d'anàlisi, de síntesi i d'avaluació.

Bàsiques:

CB6. Que els estudiants sàpiguin aplicar els coneixements adquirits y 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.

CB8. Que els estudiants sàpiguin comunicar les seves conclusions i els coneixements i raons darreres que les sustenten- a públics especialitzats i no especialitzats d'una manera clara i sense ambigüitats.

CB9. Que els estudiants posseeixin les habilitats d'aprenentatge que els permetin continuar estudiant d'una manera que haurà de ser en gran mesura autodirigida o autònoma.

METODOLOGIES DOCENTS

La metodologia docent es descriu a les Activitats del curs

OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA**HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT**

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	96,0	64.00
Hores grup gran	54,0	36.00

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS**(CAT) Introduction. What are networks? Simple measures and models for networks****Descripció:**

(CAT) - Examples of real networks: social networks, information networks, technological networks and biological networks.

- Terminology: points (vertices, nodes, sites, actors) and lines (edges, arcs, links, bonds, ties,...).
- Types of networks: unweighted/weighted networks, undirected/directed networks, ...
- Classic network properties: the small-world phenomenon (distance metrics), heterogeneous degree distribution (power-law degree distribution, high clustering or transitivity).
- Classic network models: the Erdős-Rényi model, the Watts-Strogatz model, the Barabási-Albert model.

Objectius específics:

(CAT)

Activitats vinculades:

(CAT)

(CAT) The degree distribution of a network and its analysis**Descripció:**

(CAT) - The empirical and the theoretical degree distribution. Undirected degree, in-degree and out-degree.

- Theoretical distributions: zeta family, binomial distribution.
- Fitting of the degree distribution: visual fitting, linear and non-linear regression and maximum likelihood.
- Introduction to standard model selection: parsimony versus quality of fit, Akaike information criterion.

Objectius específics:

(CAT)

Activitats vinculades:

(CAT)

(CAT) Measures of networks

Descripció:

(CAT) - Distance metrics: geodesic paths, local distance metrics (mean geodesic distance, closeness centrality), global distance metrics (diameter, mean geodesic distance, mean closeness centrality). Algorithms for computing distance.

- Clustering metrics: transitivity, clustering (different metrics). Algorithms for computing clustering.
- Degree correlations: assortative vs disassortative mixing by degree, degree correlation metrics (Pearson correlation vs Spearman rank correlation, mean degree of nearest neighbours).

Objectius específics:

(CAT)

Activitats vinculades:

(CAT)

(CAT) Statistical testing of network measures

Descripció:

(CAT) - Introduction to hypothesis testing: qualitative versus quantitative testing, families of null hypotheses (Erdős-Rényi model, configuration model, switching model,...), p-values.

- Introduction to Monte Carlo testing: general scheme, uniform random number generators, uniformly random permutation, random Erdős-Rényi graph with constant and variable number of edges.
- The configuration or matching model.
- The switching model.

Objectius específics:

(CAT)

Activitats vinculades:

(CAT)

(CAT) Advanced measures for networks. Centrality.

Descripció:

(CAT) Centrality:

- Qualitative notions of centrality of a node.
- Quantitative definitions of centrality: degree centrality, closeness centrality, betweenness centrality, eigenvector centrality and PageRank (google).

Objectius específics:

(CAT)

Activitats vinculades:

(CAT)

(CAT) Finding community structure in networks

Descripció:

(CAT) - Introduction to community structure.

- How to quantify the quality of a community structure: intra-cluster versus inter-cluster density. Other metrics: conductance, expansion, internal density, cut ratio, normalized cut, Flake's out degree fraction and modularity.
- Methods for detection of community structure: hierarchical clustering algorithms (agglomerative hierarchical clustering, node similarity measures), Girvan-Newman algorithm, modularity optimization algorithms (the modularity Q, algorithms to maximize modularity, the Louvain method, spectral modularity optimization), graph partitioning algorithms (minimum bisection algorithms, Kernighan-Lin algorithm) and clique percolation method.

Objectius específics:

(CAT)

Activitats vinculades:

(CAT)

(CAT) The Minimum Linear Arrangement problem

Descripció:

(CAT) - Linear arrangements of networks: linear/Euclidean distance, metrics (mean dependency length).

- Mean dependency length in trees: expectation in random linear arrangements, lower bounds, upper bounds (non-crossing trees),...
- The minimum linear arrangement problem: cost function and complexity.
- The minimum linear arrangement of trees: algorithms, particular cases.
- Introduction to crossing theory for trees. Number of crossings: upper bound, expectation in random linear arrangements (the particular case of uniformly random trees).

Objectius específics:

(CAT)

Activitats vinculades:

(CAT)

(CAT) Network dynamics

Descripció:

(CAT) Introduction to network dynamics:

- Classic models that generate networks: the Barabási-Albert model (growth and preferential attachment), copying models, fitness based models and optimization models.
- The Barabási-Albert model. The statistical properties: vertex degree as a function of time, the power-law degree distribution.
- The copying model. The statistical properties: vertex degree as a function of time and degree distribution.
- Fitness models. Fitness functions and degree distribution.
- Optimization models. Trade-off between geodesic distance and link density. Cost function.

Advanced network models:

- Modifications of the Barabási-Albert model
- Liu et al's hybrid model.
- Bianconi-Barabási hybrid model.
- Dorogovtsev-Mendes model (accelerated growth).
- Other models.

Objectius específics:

(CAT)

Activitats vinculades:

(CAT)

(CAT) Sampling in networks

Descripció:

(CAT) - Introduction to sampling: motivation and importance and goals.

- Sampling strategies: random node selection, random edge selection, crawling-based.
- Biases of sampling strategies.
- How to compensate for biases or how to reduce them.

Objectius específics:

(CAT)

Activitats vinculades:

(CAT)

(CAT) Epidemic spreading in networks

Descripció:

(CAT) - Introduction to the dynamics of epidemics: relevant questions and the full mixing assumption.

- Classic epidemic models (full mixing): the SI model (the logistic growth equation), the SIR model and the SIS model. Thresholding phenomena.

- Epidemic models over networks: homogeneous network models, scale-free network model for SIS and a general network model for SIS. Thresholding phenomena.

Objectius específics:

(CAT)

Activitats vinculades:

(CAT)

(CAT) Percolation and network resilience

Descripció:

(CAT) - Introduction to percolation: percolation in lattices, giant cluster.

- Network resilience upon node removal:
- Uniform node removal: the configuration model (thresholding phenomena), Erdős-Rényi networks, scale-free networks.
- Non-uniform node removal: random versus targeted attack, exponential versus scale-free network. Size of the giant cluster.

Objectius específics:

(CAT)

Activitats vinculades:

(CAT)

(CAT) Other dynamic processes over networks: random walks and diffusion processes; search on networks

Descripció:

(CAT) Other dynamic processes over networks: random walks and diffusion processes; search on networks

Objectius específics:

(CAT)

Activitats vinculades:

(CAT)

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Newman, M.E.J. Networks. 2nd ed. Oxford University Press, 2018. ISBN 0198805098.
- Kolaczyk, E.D. Statistical analysis of network data: methods and models. Springer, 2009. ISBN 9780387881454.
- Trends in Cognitive Sciences.
- Barrat, A.; Barthélemy, M.; Vespignani, A. Dynamical processes on complex networks. Cambridge University Press, 2008. ISBN 9780521879507.

Complementària:

- Pastor, R.; Vespignani, A. Evolution and structure of the Internet: a statistical physics approach. Cambridge University Press, 2004. ISBN 0521826985.
- Caldarelli, G. Scale-free networks: complex webs in nature and technology. Oxford University Press, 2007. ISBN 9780199211517.

RECURSOS

Enllaç web:

- <http://www.cs.upc.edu/~CSN/>. Supporting page of the course