

Guía docente

270617 - CSN - Redes Sociales y Complejas

Última modificación: 29/07/2025

Unidad responsable: Facultad de Informática de Barcelona
Unidad que imparte: 723 - CS - Departamento de Ciencias de la Computación.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA (Plan 2012). (Asignatura optativa).
MÁSTER UNIVERSITARIO EN INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN EN INFORMÁTICA (Plan 2012). (Asignatura optativa).
MÁSTER UNIVERSITARIO EN CIENCIA DE DATOS (Plan 2021). (Asignatura optativa).

Curso: 2025 **Créditos ECTS:** 6.0 **Idiomas:** Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: RAMON FERRER CANCHO

Otros:

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:

CEC1. 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.

CEC2. 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.

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.

Genéricas:

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.

Transversales:

CTR3. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo, ya sea como un miembro más, o realizando tareas de dirección con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

CTR4. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información del ámbito de la ingeniería informática y valorar de forma crítica los resultados de esta gestión.

CTR5. ACTITUD FRENTE AL TRABAJO: Tener motivación para la realización profesional y para afrontar nuevos retos, así como una visión amplia de las posibilidades de la carrera profesional en el ámbito de la Ingeniería en Informática. Tener motivación por la calidad y la mejora continua, y actuar con rigor en el desarrollo profesional. Capacidad de adaptación a los cambios organizativos o tecnológicos. Capacidad de trabajar en situaciones de falta de información y/o con restricciones temporales y/o de recursos.

CTR6. RAZONAMIENTO: Capacidad de razonamiento crítico, lógico y matemático. Capacidad para resolver problemas dentro de su área de estudio. Capacidad de abstracción: capacidad de crear y utilizar modelos que reflejen situaciones reales. Capacidad de diseñar y realizar experimentos sencillos, y analizar e interpretar sus resultados. Capacidad de análisis, síntesis y evaluación.

Básicas:

CB6. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

CB8. Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CB9. Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

METODOLOGÍAS DOCENTES

La metodología docente se describe en las Actividades del curso

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	54,0	36.00
Horas aprendizaje autónomo	96,0	64.00

Dedicación total: 150 h

CONTENIDOS

(CAST) Introduction. What are networks? Simple measures and models for networks

Descripción:

(CAST) - 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.

Objetivos específicos:

(CAST)

Actividades vinculadas:

(CAST)

(CAST) The degree distribution of a network and its analysis

Descripción:

(CAST) - 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.

Objetivos específicos:

(CAST)

Actividades vinculadas:

(CAST)

(CAST) Measures of networks

Descripción:

(CAST) - 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).

Objetivos específicos:

(CAST)

Actividades vinculadas:

(CAST)

(CAST) Statistical testing of network measures

Descripción:

(CAST) - 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.

Objetivos específicos:

(CAST)

Actividades vinculadas:

(CAST)

(CAST) Advanced measures for networks. Centrality.

Descripción:

(CAST) Centrality:

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

Objetivos específicos:

(CAST)

Actividades vinculadas:

(CAST)

(CAST) Finding community structure in networks

Descripción:

(CAST) - 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.

Objetivos específicos:

(CAST)

Actividades vinculadas:

(CAST)

(CAST) The Minimum Linear Arrangement problem

Descripción:

(CAST) - 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).

Objetivos específicos:

(CAST)

Actividades vinculadas:

(CAST)

(CAST) Network dynamics

Descripción:

(CAST) 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.

Objetivos específicos:

(CAST)

Actividades vinculadas:

(CAST)

(CAST) Sampling in networks

Descripción:

(CAST) - 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.

Objetivos específicos:

(CAST)

Actividades vinculadas:

(CAST)

(CAST) Epidemic spreading in networks

Descripción:

(CAST) - 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.

Objetivos específicos:

(CAST)

Actividades vinculadas:

(CAST)

(CAST) Percolation and network resilience

Descripción:

(CAST) - 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.

Objetivos específicos:

(CAST)

Actividades vinculadas:

(CAST)

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

Descripción:

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

Objetivos específicos:

(CAST)

Actividades vinculadas:

(CAST)



SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Sin traducir

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- 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.

Complementaria:

- 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

Enlace web:

- <http://www.cs.upc.edu/~CSN/>