



Asignatura: Caracterización de Redes y Topologías Biológicas
Código: 33091
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Máster en Bioinformática y Biología computacional
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 3

GUÍA DOCENTE DE CARACTERIZACIÓN DE REDES Y TOPOLOGÍAS BIOLÓGICAS

La presente guía docente corresponde a la asignatura Caracterización de Redes y Topologías Biológicas (22091), aprobada para el curso lectivo 2017-2018 en Junta de Centro y publicada en su versión definitiva en la página web de la Escuela Politécnica Superior. La guía docente aprobada y publicada antes del periodo de matrícula tiene el carácter de contrato con el estudiante.



Asignatura: Caracterización de Redes y Topologías Biológicas
Código: 33091
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Máster en Bioinformática y Biología computacional
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 3

ASIGNATURA

CARACTERIZACIÓN DE REDES Y TOPOLOGÍAS BIOLÓGICAS (33091)

1.1. Código

33087 del Máster en Bioinformática y Biología computacional

1.2. Materia

Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial

1.3. Tipo

Obligatoria

1.4. Nivel

Máster

1.5. Curso

1º

1.6. Semestre

2º

1.7. Número de créditos

6 ECTS

1.8. Requisitos previos

Para un seguimiento óptimo de la asignatura se precisa tener conocimientos a nivel básico en técnicas de programación.

1.9. Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales

Se plantean dos itinerarios, uno con asistencia obligatoria a clase y otro sin ella. Los estudiantes deberán optar por uno u otro desde el principio del curso y cumplir con los



Asignatura: Caracterización de Redes y Topologías Biológicas
Código: 33091
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Máster en Bioinformática y Biología computacional
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 3

distintos requisitos de evaluación que conlleva cada uno de los modelos, publicados en la presente guía docente (ver apartado 4).

ITINERARIO CON ASISTENCIA OBLIGATORIA A CLASE

La asistencia es obligatoria al menos en un 85%.

ITINERARIO SIN ASISTENCIA OBLIGATORIA A CLASE

La asistencia es muy recomendable aunque no obligatoria.

1.10. Datos del equipo docente

Nota: se debe añadir @uam.es a todas las direcciones de correo electrónico.

Profesores de teoría:

Dr. Carlos Aguirre Maeso

Departamento de Ingeniería Informática

Escuela Politécnica Superior

Despacho: B322

Teléfono: 91-4972280

Correo electrónico: carlos.aguirre@uam.es

Página web: Arantxa.ii.uam.es/~aguirre

Horario de tutorías: Petición de cita previa en clase o por correo electrónico.

1.11. Objetivos del curso

Las interacciones entre entidades biológicas desempeñan un papel fundamental en la organización estructural y funcional de los seres vivos. Las diferentes formas de conexión entre los elementos de una red determinan la dinámica colectiva del sistema. Sus propiedades se derivan tanto de las propiedades físico-químicas de las propias conexiones, como, fundamentalmente, de la topología que subyace entre los elementos. Esta característica no depende de la naturaleza de los elementos del sistema; se ha observado tanto en redes neuronales como en otros tipos de redes, por ejemplo, las redes sociales, las redes de interacción de proteínas o la red genética. En esta asignatura se describen herramientas provenientes de la teoría de grafos y los sistemas dinámicos útiles para caracterizar la topología y la dinámica de una red. Las diferentes herramientas analizadas se aplicarán en la modelización, simulación y control de diferentes sistemas complejos en el ámbito de la biología y la medicina.

El estudiante al finalizar el curso habrá aprendido los principales resultados de la teoría de grafos como representación matemática de una red. Asimismo, aprenderá a representar una red en un ordenador y a calcular algunas métricas mediante el uso de la computadora. El estudiante conocerá los principales modelos de redes presentes dentro de los sistemas biológicos, principalmente las redes aleatorias, las redes regulares, las redes de mundo pequeño y las redes libres de escala. El estudiante adquirirá conocimientos sobre las principales métricas utilizadas en la caracterización



Asignatura: Caracterización de Redes y Topologías Biológicas
Código: 33091
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Máster en Bioinformática y Biología computacional
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 3

y análisis de redes biológicas. Al finalizar el curso el estudiante será capaz de representar una red biológica mediante un grafo, analizar sus principales métricas, clasificar la red dentro de algún tipo conocido y finalmente deducir el comportamiento de la red en función del tipo en el cual se ha clasificado. Finalmente el estudiante aprenderá los diferentes tipos de ataques que se pueden realizar a una red así como la resistencia de cada tipo de red frente a los tipos de ataque más frecuentes.

Las competencias básicas y generales que el estudiante adquiere en esta asignatura son:

- CG1 - Capacidad para comprender y aplicar métodos y técnicas de investigación en el ámbito de la Bioinformática.
- CG2 - Capacidad para proyectar, calcular y diseñar productos bioinformáticos.
- CG3 - Capacidad para trabajar en equipos multidisciplinares, comunicándose eficientemente y desarrollando su actividad de acuerdo con las buenas prácticas científicas.
- CG4 - Capacidad para la investigación, desarrollo e innovación, en empresas y centros tecnológicos, en el ámbito de la Bioinformática.
- CG5 - Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos y resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos en el ámbito de la Bioinformática.
- CG6 - Capacidad de búsqueda, análisis y gestión de información; incluyendo la capacidad de interpretación y evaluación con un razonamiento crítico y autocrítico.
- CG7 - Capacidad de estudiar y resolver problemas biológicos y biomédicos con el soporte de herramientas computacionales.
- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
- CB7 - 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 sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios
- CB9 - 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
- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida auto-dirigido o autónomo.

Las cualificaciones ubicadas en el nivel de competencias transversales que el estudiante adquirirá en esta asignatura son:



Asignatura: Caracterización de Redes y Topologías Biológicas
Código: 33091
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Máster en Bioinformática y Biología computacional
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 3

- CT1 - Capacidad para trabajar en equipo de forma colaborativa y con responsabilidad compartida en el diseño y comunicación de estrategias experimentales.
- CT2 - Capacidad de identificar fuentes de información científica solventes para fundamentar el estado de la cuestión de un problema bioinformático y poder abordar su resolución.

La competencia de tecnología específica que el estudiante adquiere en esta asignatura es:

- CE1 - Capacidad de aplicar los conocimientos de biología, matemáticas, física y estadística a la bioinformática.
- CE5 - Capacidad de analizar, modelar, integrar y extraer información en redes biológicas.
- CE5 - Capacidad de analizar, modelar, integrar y extraer información en redes biológicas.

Al final del semestre (objetivos generales), y de cada unidad (objetivos por tema) el estudiante deberá ser capaz de:

OBJETIVOS GENERALES	
G1	Entender e identificar diferentes topologías de conexión entre los diferentes elementos de una red biológica
G2	Conocer los principales parámetros topológicos y de rendimiento de una red biológica.
G3	Conocer las diferentes estrategias de ataque a una red y la resistencia de diferentes tipos de redes frente a un ataque.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS POR TEMA	
TEMA 1.-Introducción a las redes biológicas	
1.1.	Conocer algunos ejemplos de redes reales.
1.2.	Conocer diferentes características comunes que aparecen en las redes biológicas
1.3.	Conocer algunos ejemplos de redes biológicas y sus características y diferencias.
TEMA 2.-Introducción a la teoría de grafos	
2.1.	Conocer algunas definiciones sobre teoría de grafos.
2.2.	Conocer algunos de los principales resultados en teoría de grafos.
2.3.	Implementar grafos como modelos de redes en un programa de computadora.
2.4.	Calcular algunas cantidades para un grafo dado con la ayuda de una computadora.
TEMA 3.-métricas	
3.1.	Conocer las principales métricas en relación con las redes.
3.2.	Calcular las métricas para una red con la ayuda de un ordenador.
3.3.	Conocer los principales tipos de red en función de sus indicadores



Asignatura: Caracterización de Redes y Topologías Biológicas
Código: 33091
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Máster en Bioinformática y Biología computacional
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 3

3.4.	Clasificar una red en un modelo de red.
TEMA 4.- Redes aleatorias	
4.1.	Conocer las principales propiedades de redes aleatorias
4.2.	Generar una red aleatoria
TEMA 5. - Redes de Mundo Pequeño	
5.1.	Conocer las principales propiedades de las redes de mundo pequeño
5.2.	Generar una red de mundo pequeño.
5.3.	Generar redes de mundo pequeño con requisitos extendidos.
5.4	Generar redes de mundo pequeño Bioinspiradas
TEMA 6:.- Redes libres de escala	
6.1.	Conocer las principales propiedades de las redes libres de escala.
6.2.	Generar una red libre de escala.
TEMA 7.- Ataques a redes	
7.1.	Conocer los principales conceptos de ataques a redes.
7.2	Conocer la complejidad del ataque de redes.
7.3	Conocer las principales estrategias de ataque.
7.4	Generar el mejor ataque para una red dada.
7.4	Generar una red que es más resistente para una estrategia de ataque.

1.12. Contenidos del programa

Programa

CONTENIDOS

Unidad 1.- Introducción a las redes biológicas

1.1. Ejemplos de redes reales.

1.2. Redes biológicas, características.

Unidad 2.- Introducción a la teoría de grafos

2.1. Definiciones.

2.2. Principales resultados en teoría de grafos.

2.3. Implementación de una red en un programa de ordenador.

2.4. Caminos, conectividad, bi-conectividad.

Unidad 3.- Métricas



Asignatura: Caracterización de Redes y Topologías Biológicas
Código: 33091
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Máster en Bioinformática y Biología computacional
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 3

3.1. Métricas principales en redes.

3.2. Cálculo de las métricas en un ordenador.

3.3. Principales tipos de redes.

3.4. Clasificación de redes.

Unidad 4.- Redes Aleatorias.

4.1. Principales propiedades de las redes aleatorias.

4.2. Generación de redes aleatorias.

Unidad 5.- Redes de Mundo Pequeño.

5.1. Principales propiedades de las redes de Mundo Pequeño.

5.2. Generación de redes de Mundo Pequeño.

5.3. Redes de mundo pequeño extendidas.

5.4. Redes de mundo pequeño bioinspiradas.

Unidad 6.- Redes libres de escala.

6.1. Principales propiedades de las redes libres de escala.

6.2. Generación de redes libres de escala.

Unidad 7.- Ataques y resistencia de redes

7.1. Definiciones.

7.2. El problema de ataque a una red.

7.3. Complejidad de ataque a redes.

7.4. Principales estrategias de ataque a redes.

7.5. Eficiencia de algunas estrategias de ataque.

7.6. Resistencia de redes a diferentes estrategias de ataque.

1.13. Referencias de consulta

Bibliografía:

Teoría de grafos.

1. Diestel, Graph Theory, Springer

Grafos aleatorios.



Asignatura: Caracterización de Redes y Topologías Biológicas
Código: 33091
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Máster en Bioinformática y Biología computacional
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 3

2. Bella Bollobas, Random Graphs. Cambridge Studies in Advanced Mathematics.

Redes de Mundo Pequeño.

3. D.J. Watts, Small Worlds, Princeton University Press.

Redes Libres de Escala.

4. Barabasi, A.-L. and R. Albert, 1999, Science 286, 509.

Ataques

6. R. Albert, H. Jeong, and A. Barabasi, Error and attack tolerance of complex networks, Nature 406, 378-382 (2000).

Otras referencias

7. A.L. Barabasi, Linked, Penguin Books.

8. D.J. Watts, Six Degrees, Norton & Company.

9. S Strogatz, Sync, Hyperion.

10. Reka and Barabasi, Statistical Mechanics of complex networks

2. Métodos docentes

Posibles métodos docentes para la asignatura

- Clases Teóricas apoyadas con material multimedia
- Resolución de problemas o casos prácticos en el aula
- Seminarios impartidos por los estudiantes
- Seminarios y/o conferencias a cargo de expertos

3. Tiempo de trabajo del estudiante

		Nº de horas	Porcentaje
Presencial	Clases teóricas	16 h	27 h (33%)
	Clases prácticas	8 h	
	Tutorías	3 h	
No presencial	Estudio semanal	22h	
	Realización de actividades prácticas	20h	
	Preparación del examen (convocatoria ordinaria)	6h	
	Preparación del examen (convocatoria extraordinaria)		
Carga total de horas de trabajo: 25 horas x 3 ECTS		75 h	

4. Métodos de evaluación y porcentaje en la calificación final

SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Presentación oral y defensa de los trabajos realizados	30	60



Asignatura: Caracterización de Redes y Topologías Biológicas
Código: 33091
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Máster en Bioinformática y Biología computacional
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 3

Presentación oral y defensa de los trabajos realizados	30	60
Participación en actividades en aula	10	30

El curso consiste en conferencias, asignaciones semanales, tareas de laboratorio y una presentación de seminario.

En el ordinario y el período de exámenes extraordinarios es necesario tener una calificación \geq) en cada una de las tareas para aprobar el curso.

- En el periodo de examen ordinario, la evaluación se realizará según el siguiente esquema
 - Ejercicios de 30%.
 - 30% trabajos de laboratorio
 - 40% presentación de seminario sobre un tema de investigación en redes biológicas

Las calificaciones de las entregas individuales se mantienen durante el período de examen extraordinario.

- En el caso de no superar la asignatura en el periodo ordinario, en el período extraordinario, el estudiante tendrá la oportunidad de
 - Entregar todos los ejercicios con correcciones
 - Entregar todas las tareas de laboratorio con correcciones.
 - Entregar un informe sobre un tema de investigación en redes biológicas.

El grado será determinado por

- Examen oral
 - Ejercicios 30% (sólo si se entregan los ejercicios)
 - 30% trabajos de laboratorio (sólo si se entregan las tareas de laboratorio)
 - 40% informe (sólo si el informe es presentado)

5. Cronograma

Semana	Contenido	Horas presenciales	Horas no presenciales
1	Introducción	3	
2	Unidad 1	3	
3	Unidad 2	3	
4	Unidad 3	3	



Asignatura: Caracterización de Redes y Topologías Biológicas
Código: 33091
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Máster en Bioinformática y Biología computacional
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 3

5	Unidad 4	3	
6	Unidad 5	3	
7	Unidad 6	3	
8	Unidad 7	3	
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15	- Preparación Examen Final convocatoria ordinaria		8
16	- Preparación Examen Final convocatoria ordinaria		8
	Examen Final convocatoria ordinaria	2	