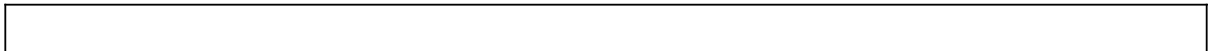


GUÍA DOCENTE

METAHEURÍSTICAS Y

ALGORITMOS

EVOLUTIVOS



I.- DATOS INICIALES DE IDENTIFICACIÓN

Nombre de la asignatura:	Metaheurísticas y Algoritmos Evolutivos
Créditos:	5 ECTS
Carácter:	Optativa
Titulación:	Máster en Computación Avanzada y Sistemas Inteligentes (CASI)
Ciclo:	Postgrado
Departamento:	Informática
Profesores responsables:	Pedro Morillo Tena

II.- INTRODUCCIÓN A LA ASIGNATURA

A medida que se han utilizado los computadores para resolver todo tipo de problemas con solución algorítmica, han sido especialmente relevantes las diferentes aportación que, desde el punto de vista de la programación avanzada, se han realizado a problemas tan complejos para los cuales no es posible encontrar ningún algoritmo determinista que los solucione en un tiempo razonable. En ese caso, se han conseguido desarrollar un importante abanico de técnicas que se emplean para lograr una solución suficientemente buena, aunque quizás no sea la mejor posible.

El objetivo de esta asignatura consiste en aprender a emplear técnicas de búsqueda de soluciones a problemas complejos basadas en métodos estocásticos, métodos constructivos así como en computación evolutiva. Se mostrarán así mismo una variedad de temas anejos, que sirven de plataforma para desarrollar estas técnicas, como los autómatas celulares, la teoría de juegos, los dilemas sociales, las hormigas artificiales y los virus de software. Se presentarán también los aspectos teóricos que justifican estas técnicas, así como los que muestran sus limitaciones.

III.- VOLUMEN DE TRABAJO

La asignatura tiene asignados 5 ECTS. Considerando que cada ECTS suele corresponderse con un volumen de trabajo de 25 y 30 horas, supone un volumen total de entre 125 y 150 horas a repartir durante el primer cuatrimestre del Máster en el que se imparte.

Para el cálculo del volumen de trabajo se ha tomado como referencia un total de 22 horas presenciales que incluyen tanto las clases de teoría como las de prácticas. La distribución prevista del trabajo es la siguiente:

<i>Asistencia a clases teórica:</i>	<i>14 horas presenciales</i>	14
<i>Asistencia a clases prácticas:</i>	<i>10 horas presenciales</i>	10

Asistencia a seminarios programados:	6 horas presenciales	6
Preparación de trabajos:	1 trabajo* 10 horas	10
Estudio y preparación de las clases:	1.5 horas/hora presencial * 30 horas	45
Estudio para preparación de exámenes:	12 horas/examen * 1 examen	12
Realización de exámenes:	2 horas/examen * 1 examen	2
Lecturas Complementarias:	2 horas * semana	22
Asistencia a tutorías:	4 horas	4
Volumen Total de Trabajo(horas):		125

IV.- OBJETIVOS GENERALES

La asignatura plantea tres objetivos fundamentales a conseguir por parte del estudiante:

- Conocer los fundamentos y las herramientas conceptuales y metodológicas de las Metaheurísticas para la resolución de problemas de optimización.
- Aplicar los conceptos aprendidos en el área de las Metaheurísticas, y en particular en el campo de la Computación Evolutiva, para enfrentarse y resolver problemas de optimización.
- Ser capaz de comparar y valorar las diferentes estrategias aplicables a un problema de optimización y generar la información necesaria para decidir qué enfoque es de mayor calidad a través del desarrollo de un diseño experimental apropiado.

Una vez cursada esta asignatura optativa, como parte de los estudios de posgrado ofertados en el Master, el alumno será capaz de resolver distintos problemas de optimización clásicos (como el problema del viajante, el problema de la ordenación lineal, etc) utilizando diferentes estrategias (como la búsqueda tabú, los algoritmos genéticos, los sistemas de colonias de hormigas, etc) a su elección. El alumno será capaz de resolver problemas de optimización aplicados (relacionados con la segmentación de imágenes, seguimiento en secuencias de vídeo, composición de piezas musicales, redes P2P) utilizando estrategias avanzadas tales como la hibridación de Metaheurísticas, Hiperheurísticas, o las implementaciones sobre arquitecturas paralelas.

V.- CONTENIDOS

- Introducción: problemas de búsqueda y técnicas tradicionales
- Metaheurísticas Trayectoriales
- Metaheurísticas Poblacionales
- Metaheurísticas Constructivas
- Algoritmos evolutivos para problemas multiobjetivo
- Otras Metaheurísticas

VI.- DESTREZAS A ADQUIRIR

- Diferenciar problemas deterministas y problemas NP-difíciles
- Conocer todas las alternativas en el desarrollo de soluciones a problemas complejos basadas en algoritmos no deterministas
- Desarrollar completamente aplicaciones software basadas en Metaheurísticas modernas
- Parametrizar y adaptar Metaheurísticas conocidas a nuevos problemas
- Evaluar y comparar el rendimiento de diferentes soluciones basadas en procedimientos metaheurísticos al mismo problema

VII.- TEMARIO Y PLANIFICACIÓN TEMPORAL

Asumiendo 13 semanas con 2 horas de clase por semana se detalla a continuación el temario de la asignatura así como una estimación de la carga en horas de la misma.

Tema 1. Introducción: problemas de búsqueda y técnicas tradicionales (4 horas)

- 1.1. Resolución de problemas mediante algoritmos de búsqueda
- 1.2. Algoritmos deterministas y de aproximación
- 1.3. Metaheurísticas: definición y clasificación
- 1.4. Metaheurísticas trayectoriales, constructivas y poblacionales

Tema 2. Metaheurísticas Trayectoriales (6 horas)

- 2.1 Recocido Simulado (Simulated Annealing)
 - 2.1.1. Analogía física y planteamiento básico
 - 2.1.2. Selección del programa de enfriamiento
 - 2.1.3. Convergencia de SA

- 2.2 Búsqueda Tabú (Tabu Search)

- 2.2.1. Conceptos clave en TS
- 2.2.2. Criterios de terminación del proceso
- 2.2.3. Elaboración lista Tabú
- 2.2.4. Tipos de memoria y estrategia

Tema 3. Metaheurísticas Poblacionales (8 horas)

- 3.1. Algoritmos Genéticos

- 3.1.1. Aproximación básica a los AG
- 3.1.2. Elementos básicos
 - 3.1.2.1. Codificación del dominio
 - 3.1.2.2. Evaluación de la población
 - 3.1.2.3. Selección
 - 3.1.2.4. Cruzamiento
 - 3.1.2.5. Mutación
- 3.1.3. Análisis de algoritmos genéticos
- 3.1.4. Algoritmos meméticos y Programación genética

- 3.2. Enjambre de Partículas (Swarm Optimization)
- 3.3. Búsqueda dispersa
- 3.4. Algoritmos culturales
- 3.5. Re-encadenamiento de trayectorias

Tema 4. Metaheurísticas Constructivas (6 horas)

- 4.1. GRASP
 - 4.1.1. Estrategias GRASP y sus componentes
 - 4.1.2. Diseño de GRASP
 - 4.1.3. Procedimientos locales de optimización

- 4.2. Colonia de Hormigas (ACO)
 - 4.2.1. Origen y comportamiento hormigas
 - 4.2.2. Feromona y selección de rutas
 - 4.2.3. Parámetros clave

Tema 5. Algoritmos Evolutivos para Problemas Multiobjetivo (2 horas)

- 5.1. Problemas Multiobjetivo
- 5.2. Evolución en Problemas Multiobjetivo
- 5.3. Elitismo en la Búsqueda Evolutiva Multiobjetivo
- 5.4. Métricas de Comparación

Tema 6. Otras Metaheurísticas (2 horas)

- 6.1. Sistemas inmunes
- 6.2. Computación ADN
- 6.3. Autómatas celulares
- 6.4. Scatter Search y Path Relinking

VIII.- BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA

Bibliografía básica:

- B. Adenso-Díaz, H. M. Ghaziri, F. Glover, J. L. Gonzalez, M. Laguna, P. Moscato and F. T. Tseng, "*Optimización Heurística y Redes Neuronales en Dirección de Operaciones e Ingeniería*", Editorial Paraninfo, Madrid, ISBN 84-283-2269-4, 1996
- A. Duarte Muñoz, J.J. Fernández y M. Gallego, "*Metaheurísticas*", Editorial Dykinson, S.L., ISBN: 978-84-9849-016-9, 2007
- F. Glover and G.A. Kochenberger (Eds.). "*Handbook of Metaheursitics*". Kluwer Academic Publishers, Boston, MA, 2003.
- A. Lourde, C. Cervigón, "*Algoritmos Evolutivos. Un enfoque práctico*", RA-MA Editorial, 2009.
- E. Alba, C. Blum, P. Asasi, C. Leon, J. A. Gomez, "*Optimization Techniques for Solving Complex Problems*", Editorial Wiley, 2010

Bibliografía complementaria:

- D. Goldberg, "*E. Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning*". Editorial Addison Wesley, 1989.
- J. R. Koza "Genetic Programming. On the Programming of Computers by Means of Natural Selection", The MIT Press, 1992
- T. Back, D.B. Fogel and Z. Michalewicz. "*Handbook of Evolutionary Computation*". IOP Publishing Ltd. Bristol, UK, 1997.
- N. Nedjah, E. Alba, L. de Macedo Mourelle, "*Parallel Evolutionary Computations*", Springer-Verlag, 2006.

IX.- CONOCIMIENTOS PREVIOS

- Conceptos de programación (estructurada u orientada a objetos).
- Conceptos básicos en algoritmia
- Conceptos básicos en estadística.

X.- METODOLOGÍA

La metodología de esta asignatura consistirá en la utilización de varias técnicas: principalmente clases teóricas (lección magistral) y prácticas, oferta virtual y enseñanza basada en proyectos de aprendizaje tutorizado (trabajo teórico-práctico):

- **Clases de teoría.** Durante estas clases se introducirán los conceptos clave y se presentarán las herramientas más relevantes para el desarrollo y posterior aplicación de técnicas Metaheurísticas para la resolución de problemas complejos. Asimismo, se discutirán las ventajas e inconvenientes de los enfoques más adecuados para cada caso. Estas sesiones teóricas ayudarán al alumno a conocer, comprender y saber plantear dudas.

Aunque en estas clases el profesor tendrá papel relevante, se valorará positivamente y se incentivará la participación de los alumnos, proporcionando por anticipado el guión de las clases y las referencias bibliográficas adecuadas para su preparación.

- **Clases prácticas.** Las clases prácticas servirán para que el alumno verifique el grado de conocimiento adquirido, ya que deberá enfrentarse a problemas complejos y al análisis de los resultados obtenidos. En estas sesiones, la actividad del profesor será la de explicar, orientar y colaborar en la práctica, limitándose a ejercer el papel de consultor/supervisor del trabajo. La actividad del alumno será fundamentalmente comprender y experimentar. Todas las sesiones prácticas llevarán asociado un formulario para que el alumno realice el reporte de los datos obtenidos. Se realizarán **inmediatamente después** de la exposición de conocimientos básicos para su realización.

- **Trabajos.** Para la realización de los trabajos, el alumno recibirá información introductoria al tema que se plantea, que le servirá de guión y reforzará los conocimientos aprendidos. Los contenidos de introducción estarán previamente a disposición de los alumnos en el entorno de Aula Virtual, de manera que el alumno pueda comprender mejor la explicación de los trabajos.

En función del nº de alumnos del curso, la exposición pública de los trabajos puede ser una actividad muy interesante dado el carácter científico de la asignatura. De realizarse, habrá de ser expuesto en público en la **última sesión** presencial del curso. Este tipo de exposiciones aumentará la capacidad de exponer de forma resumida y precisa el trabajo realizado.

Todos los trabajos se elaborarán por un máximo de dos alumnos y permitirán en el caso de trabajos grupales, fomentar la capacidad de colaborar y coordinarse con otros profesionales.

Tutorías. El objetivo de las tutorías será el de orientar y resolver cuantas dudas aparezcan. Para ello el alumno deberá plantearlas, permitiéndole de esta forma revisar su proceso de trabajo.

XI.- EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

En cada uno de los temas **se preguntará sobre el conocimiento previo** que el alumnado pueda tener sobre ello, y se intentará ligar con otras asignaturas o conocimientos necesarios.

La evaluación se realizará de manera **continúa** a los estudiantes y realización de ejercicio escrito al final de la asignatura. Mediante este ejercicio escrito, el alumno ha de ser capaz de demostrar el dominio de los conocimientos teóricos y operativos de la materia. El **examen final** constará de cuestiones cortas así como, en algunos casos, cuestiones o problemas.

La participación en clases de teoría se valorará teniendo en cuenta el número de veces y la calidad de las intervenciones de cada alumno. Para fomentar la participación, el profesor planteará cuestiones durante las explicaciones que, dependiendo del caso, podrán dar lugar a pequeños debates. Las opiniones de los alumnos serán siempre valoradas de forma positiva o neutra (si no aportan nada significativo o están equivocadas), pero en ningún caso restarán puntos.

La **participación en clases prácticas** se evaluará de dos formas. Durante la realización de los ejercicios, el profesor planteará cuestiones a los alumnos sobre los avances que éstos vayan realizando, para comprobar que comprenden y que saben explicar el trabajo que realizan. Al finalizar cada ejercicio, los alumnos entregarán en aula virtual el resultado final del trabajo realizado durante la sesión, que será evaluado posteriormente.

El alumno deberá elaborar alguno de los **trabajos** propuestos en clase, trabajos que recopilarán los principales conceptos vistos a lo largo del curso, debiendo trabajar en él de manera continuada a partir de la primera semana de clase. En cada trabajo se analizará:

- Estructura
- Calidad de la documentación
- Presentación
- Grado de dificultad
- Su exposición pública (si la hubiera)

El peso establecido para cada parte evaluada, será de:

- Examen escrito: 60 %
- Asistencia y participación: 10 %
- Trabajo, prácticas y exposición: 30 %