



Universidad
de Alcalá

GUÍA DOCENTE

Planificación Automática/ Planning and Scheduling

Graduado en Ingeniería Informática

Universidad de Alcalá

Curso Académico 2020-2021

3º Curso – 2º Cuatrimestre

GUÍA DOCENTE

Nombre de la asignatura:	Planificación Automática
Código:	781003
Titulación en la que se imparte:	Grado en Ingeniería Informática
Departamento y Área de Conocimiento:	Automática. Arquitectura y Tecnología de Computadores
Carácter:	Obligatoria de tecnología específica
Créditos ECTS:	6
Curso:	Tercer curso. Segundo cuatrimestre.
Profesorado:	Dra. M^a Dolores Rodríguez Moreno Dr. Pablo Parra Espada
Horario de Tutoría:	Ver entorno de publicación del aula virtual
Idioma en el que se imparte:	Español (<i>English friendly</i>)

1.a. PRESENTACIÓN

Este curso ofrece una visión de los diferentes modelos de representación del conocimiento y técnicas que se emplean en el área de la Inteligencia Artificial denominada Planificación Automática.

Los sistemas de Planificación Automática se utilizan para determinar el conjunto de pasos o acciones que es necesario aplicar dado un estado inicial para resolver un problema determinado (estado meta). Se estudiarán modelos de planificación clásica, incluyendo las actuales técnicas de planificación heurística, así como las técnicas utilizadas en la planificación temporal. Los estudiantes trabajarán con los planificadores actuales para la resolución de problemas reales. Asimismo, se ofrecerá un enfoque práctico de la planificación a través de la modelización de problemas de control robótico, flujos de trabajo, ciberseguridad, etc

1.b. COURSE SUMMARY

This course offers a vision of the different models of the knowledge representation and techniques that are used in the area of Artificial Intelligence called Planning and Scheduling.

Planning and Scheduling are used to determine the set of steps or actions that need to be applied, given an initial state, to solve a given problem (goal state). Classical planning models will be studied, including the current heuristic planning techniques, as well as the techniques used in scheduling. Students will work with current planners to solve real problems. Besides, a practical approach to planning will be offered through the modeling of robotic control problems, workflows, cybersecurity, etc.

2. COMPETENCIAS

Competencias genéricas:

CG8 Conocimiento de las materias básicas y tecnologías, que capaciten para el aprendizaje y desarrollo de nuevos métodos y tecnologías, así como las que les doten de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

CG9 Capacidad para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, autonomía y creatividad. Capacidad para saber comunicar y transmitir los conocimientos, habilidades y destrezas de la profesión de Ingeniero Técnico en Informática.

Competencias profesionales:

CC4 Capacidad para conocer los fundamentos, paradigmas y técnicas propias de los sistemas inteligentes y analizar, diseñar y construir sistemas, servicios y aplicaciones informáticas que utilicen dichas técnicas en cualquier ámbito de aplicación.

CC5 Capacidad para adquirir, obtener, formalizar y representar el conocimiento humano en una forma computable para la resolución de problemas mediante un sistema informático en cualquier ámbito de aplicación, particularmente los relacionados con aspectos de computación, percepción y actuación en ambientes o entornos inteligentes.

CC7 Capacidad para conocer y desarrollar técnicas de aprendizaje computacional y diseñar e implementar aplicaciones y sistemas que las utilicen, incluyendo las dedicadas a extracción automática de información y conocimiento a partir de grandes volúmenes de datos.

Resultados del Aprendizaje:

RA1. Definir el concepto de Planificación Automática.

RA2. Explicar cómo difieren las técnicas clásicas de búsqueda de los sistemas de planificación.

RA3. Explicar las diferencias entre planificación como búsqueda, planificación basada en operadores y planificación proposicional, aportando ejemplos de dominios en donde son más aplicables.

RA4. Definir y proporcionar ejemplos de cada una de las siguientes técnicas: Basado en casos, aprendizaje y planificación probabilística.

RA5. Comparar y contrastar planificación estática con aquellos que necesitan una ejecución dinámica.

RA6. Explicar el impacto de la planificación dinámica en la Robótica.

3. CONTENIDOS

Parte	Temas	Total horas
PARTE 1: Introducción	<ul style="list-style-type: none"> • Programación científica • Introducción a la planificación • Revisión de algoritmos de búsqueda • Revisión de CSP 	8h
PARTE 2: Planificación Automática	<ul style="list-style-type: none"> • Lenguajes de planificación • Técnicas de planificación • Planificación condicional • Re-planificación 	22h
PARTE 3: Planificación Temporal	<ul style="list-style-type: none"> • Técnicas de planificación con tiempo y recursos • Aprendizaje 	14h
PARTE 4: Dominios de aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • Técnicas de control robótico • Técnicas de planificación de rutas • Otros dominios 	16h

4. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE. ACTIVIDADES FORMATIVAS

Número de horas totales: 150

Número de horas presenciales: 60 horas (56 h presencial + 4 h evaluación)	<ul style="list-style-type: none"> • Número de horas para clases teóricas y para prácticas.
Número de horas del trabajo propio del estudiante: 90 horas	<ul style="list-style-type: none"> • Número de horas de estudio autónomo: (estudio independiente, elaboración trabajos, ejercicios)
Total horas	150 horas

Estrategias metodológicas

Clases presenciales	<ul style="list-style-type: none"> • Clases teóricas: estas clases se impartirán en grupos grandes y en ellas, mediante docencia magistral, el profesor desarrollará los conceptos más importantes para la comprensión de los contenidos de la asignatura. • Resolución de casos prácticos: se harán en grupos reducidos. Durante las sesiones se plantearán diversos problemas susceptibles de resolución mediante técnicas expuestas en clase. De forma guiada se procederá a la aplicación de dichas técnicas para la resolución del problema. • Presentación de informes y trabajos: el alumno deberá presentar a sus compañeros y al profesor informes y proyectos que haya realizado de forma individual o en grupos reducidos. Las presentaciones harán uso de las técnicas multimedia apropiadas. • Pruebas parciales: durante el desarrollo del curso el profesor propondrá diversas pruebas parciales para revisar la adquisición de conocimientos y la aplicación de los mismos.
Trabajo autónomo	<ul style="list-style-type: none"> • Lecturas • Realización de actividades: ejercicios, mapas conceptuales, ejemplificaciones, búsqueda de información. • Participación en foros y actividades, generalmente a través de la plataforma docente de la asignatura.
Tutorías	<ul style="list-style-type: none"> • Las tutorías podrán ser tanto en grupos como individuales. Durante las mismas el profesor podrá evaluar la adquisición de las competencias y revisará los informes aportados por los estudiantes sobre los trabajos encomendados.

Materiales y recursos

Los materiales para la preparación de las sesiones presenciales, así como las actividades a realizar por el estudiante de forma individual se podrán encontrar en la plataforma Blackboard de la Universidad de Alcalá. El funcionamiento de esta herramienta docente se detallará en la clase de presentación de la asignatura así como las fechas de los entregables y exámenes parciales, y el mecanismo de comunicación con los estudiantes.

Para cada actividad, el profesor proporcionará una serie de referencias bibliográficas que pueden consultarse en la biblioteca del Edificio Politécnico. Para aquellas actividades que así lo requieran, el profesor indicará la forma de planificar dicha actividad así como los entregables que deben resultar de la realización de la misma.

5. EVALUACIÓN

5.1 Procedimientos de Evaluación

Se consideran dos procedimientos:

1. Convocatoria Ordinaria: la evaluación en la convocatoria ordinaria debe estar inspirada en los criterios de evaluación continua (Normativa de Regulación de los Procesos de Enseñanza Aprendizaje, NRPEA, art 3), atendiendo siempre a la adquisición de las competencias especificadas en la asignatura.
 - a. Evaluación Continua: consistente en la realización y superación de las prácticas de laboratorio y la superación de un examen(es) parcial(es) o trabajos de la asignatura y de un examen final. La superación de las prácticas se realizará a lo largo del cuatrimestre.
 - b. Evaluación Final: consistirá en la realización y superación de un examen final.
2. Convocatoria Extraordinaria: se plantean dos situaciones
 - a. En caso de que el estudiante halla realizado las prácticas de la asignatura, si así lo decide, se le asignará la calificación obtenida en la convocatoria ordinaria. El resto de la evaluación se basará en un examen final.
 - b. El estudiante no ha realizado las prácticas o decide no considerarlas. La evaluación consistiría en un examen final.

Para acogerse al proceso de evaluación final, el alumno debe solicitarlo por escrito al director del centro en las dos primeras semanas de su incorporación, indicando las razones que impiden seguir el sistema de evaluación continua. El director del

centro comunicará la resolución en un máximo de 15 días. En caso de no haber recibido respuesta, se considera estimada esta solicitud.

5.2 Criterios de evaluación

Los Criterios de Evaluación deben atender al grado de adquisición de las competencias por parte del estudiante, para ello se definen:

CE1: El alumno es capaz de argumentar y contrastar los aspectos generales de los sistemas de planificación.

CE2: El alumno es capaz de representar formalmente el conocimiento en los sistemas de planificación.

CE3: El alumno ha adquirido los conocimientos sobre las diferentes técnicas en los sistemas de planificación.

CE4: El alumno demuestra que puede aplicar los sistemas de planificación a problemas reales en robótica y otros dominios.

Según el R.D 1125/2003 que regula el Suplemento al Título las calificaciones deberán seguir la escala de adopción de notas numéricas con un decimal y una calificación cualitativa:

- 9,0 - 10 MATRÍCULA DE HONOR. Limitada al 5%
- 9,0 - 10 SOBRESALIENTE
- 7,0 - 8,9 NOTABLE
- 5,0 - 6,9 APROBADO
- 0,0 - 4,9 SUSPENSO

5.3. Instrumentos de Calificación

Esta sección especifica los instrumentos de evaluación que serán aplicados a cada uno de los criterios de Evaluación.

- Pruebas de Laboratorio (PL): que permitan al alumno modelizar, implementar y ejecutar sistemas de planificación.
- Pruebas Examen Parcial (PEP): consistente en la resolución de problemas prácticos de sistemas de planificación, así como la demostración del conocimiento de las características técnicas de los mismos.
- Trabajo de la asignatura (TA): El profesor podrá proponer la realización de trabajos relacionado con la asignatura y/o la participación en diversas actividades llevadas a cabo dentro y/o fuera del aula.

- Pruebas Examen Final (PEF): consistente en la resolución de problemas prácticos de sistemas de planificación, así como la demostración del conocimiento de las características técnicas de los mismos.

5.4 Criterios de Calificación

Esta sección cuantifica los criterios de evaluación para la superación de la asignatura.

Convocatoria Ordinaria, Evaluación Continua

En la convocatoria ordinaria – evaluación continua la relación entre los criterios, instrumentos y calificación es la siguiente:

Competencias	Resultado Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de Evaluación	Peso en la calificación
CG8, CG9, CC4, CC5	RA1, RA2, RA3, RA4, RA5, RA6	CE2, CE3, CE4	PL1	10%
CG8, CG9, CC4, CC5			PL2	10%
CC7			PL3	10%
CG8, CG9, CC4, CC5	RA1-RA3	CE1-CE3	PEP/TA	30%
CG8, CG9, CC4, CC5, CC7	RA1-RA6	CE1-CE4	PEF	40%

Convocatoria Ordinaria, Evaluación Final

Competencias	Resultado Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de Evaluación	Peso en la calificación
CG8, CG9, CC4, CC5, CC7	RA1-RA6	CE1-CE4	PEF	100%

Convocatoria Extraordinaria

Competencias	Resultado Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de Evaluación	Peso en la calificación
CG8, CG9, CC4, CC5, CC7	RA1-RA6	CE1-CE4	PEF	100%

6. BIBLIOGRAFÍA

- Malik Ghallab, Dana Nau and Paolo Traverso (2016). Automated Planning and Acting. Cambridge University Press, online ISBN: 9781139583923.
- Stuart Russell y Peter Norvig (2009). Artificial Intelligence: A Modern Approach. (Third Edition). Ed. Pearsons.
- McDermott, Drew; Ghallab, Malik; Howe, Adele; Knoblock, Craig; Ram, Ashwin; Veloso, Manuela; Weld, Daniel; Wilkins, David (1998). PDDL---The Planning Domain Definition Language. Technical Report CVC TR98003/DCS TR1165. New Haven, CT: Yale Center for Computational Vision and Control. CiteSeerX 10.1.1.51.9941

Bibliografía complementaria:

- Malik Ghallab, Dana Nau & Paolo Traverso (2004). Automated Planning: Theory and Practice. The Morgan Kaufmann Series in Artificial Intelligence.
- James Allen y James Hendler (1990). Readings in Planning. Ed. Morgan Kaufmann Series in Representation and Reasoning.
- Fikes and Nilsson (1971). STRIPS: A New Approach to the Application of Theorem Proving to Problem Solving, Artificial intelligence, 2 (3-4): 189-208.
- A. Blum and M. Furst (1997). Fast Planning Through Planning Graph Analysis. Artificial Intelligence, 90:281-300 (1997).
- Jörg Hoffmann (2001). FF: The Fast-Forward Planning System. AI Magazine, 22 (3):57-62.



Universidad
de Alcalá

TEACHING GUIDE

Planificación Automática/ Planning and Scheduling

Computer Sciences Degree

Universidad de Alcalá

Academic Year 2020-2021
3rd Year – 2nd Term

TEACHING GUIDE

Subject name:	Planning and Scheduling
Subject code:	781003
Degree:	Computer Sciences
Department and area:	Computer Engineering Department Computer Architecture and Technology Area
Type:	Obligatory of specific technology
ECTS credits:	6
Course and term:	3rd Year – 2nd Term
Teaching staff:	M ^a Dolores Rodríguez Moreno, PhD David Fernández Barrero, PhD
Tutorship hours:	Tutorships will be published at: http://atc1.aut.uah.es
Language:	English

1. INTRODUCTION

This course offers a vision of the different model languages and techniques that are used in the area of Artificial Intelligence (AI) called Planning and Scheduling.

Planning and Scheduling are used to determine the set of steps or actions that need to be applied, given an initial state, to solve a given problem (goal state). Classical planning models will be studied, including the current heuristic planning techniques, as well as the techniques used in scheduling. Students will work with current planners to solve real problems. Besides, a practical approach to planning will be offered through the modeling of robotic control problems, workflows, cybersecurity, etc.

2. SKILLS

General skills:

CG8 Knowledge of basic materials and technologies that enable learning and development of new methods and technologies, as well as to equip them with great versatility to adapt to new situations.

CG9 Ability to solve problems with initiative, decision making, autonomy and creativity. Ability to communicate and transmit knowledge and skills of the profession of Technical Engineer.

Specific skills:

CC4 Ability to know the basics, paradigms and own techniques of intelligent systems and analyze, design and build systems, services and applications that use these techniques in any scope.

CC5 Ability to acquire, obtain, formalize and represent human knowledge in a computable form for problem solving by computer at any scope, particularly those related to aspects of computing, perception and performance in environments or intelligent environments.

CC7 Ability to recognize and develop learning and computational techniques to design and implement applications and systems that use them, including those dedicated to automatic extraction of information and knowledge from large volumes of data.

Learning outcomes:

RA1. Define the concept of AI Planning.

RA2. Explain how classic search techniques differ in planning systems.

RA3. Explain the differences between planning as search, operator-based planning and propositional planning, providing examples of domains where they are applicable.

RA4. Define and provide examples of each of the following techniques: Case- based, learning and probabilistic planning.

RA5. Compare and contrast static planning with those that need dynamic execution.

RA6. Explain the impact of dynamic planning in Robotics.

3. CONTENTS

Part	Topics	Hours
PART 1: Introduction	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction to Planning • Search algorithms review • CSP review 	8h
PART 2: Planning	<ul style="list-style-type: none"> • Planning Domain Languages • Planning Techniques • Conditional Planning • Replanning 	22h
PART 3: Scheduling	<ul style="list-style-type: none"> • Scheduling Techniques • Learning 	14h
PART 4: Application Domains	<ul style="list-style-type: none"> • Robotic control techniques • Path planning techniques • Other domains 	16h

4. TEACHING-LEARNING METHODOLOGIES. FORMATIVE ACTIVITIES

Total number of hours: 150

Number of attendance hours: 60	<ul style="list-style-type: none"> • Numbers of hours for theory and practical classes.
Number of hours of independent work: 90	<ul style="list-style-type: none"> • Autonomous study hours: (Independent study, assignments, exercises)
Total hours	150 hours

Methodological strategies

Lectures & Assessments	<ul style="list-style-type: none"> • Theoretical lectures: these lectures will be given in large groups, where the lecturer will develop the most relevant concepts to the course. • Case studies resolution: these will be given in small groups. In these sessions, the lecturer will pose diverse problems that can be solved using the techniques explored during the theoretical lectures. They will then be solved with the guidance of the lecturer. • Reports and assignment presentations: students will present reports and assignments, done individually or in small groups, in class. These presentations will use proper multimedia resources. • Partial assessments: throughout the course, the lecturer will pose several partial assessments to test the knowledge and practical application of students.
Autonomous work	<ul style="list-style-type: none"> • Readings • Activities: exercises, conceptual maps, exemplifications, information searches, etc • Forum and activities participation: usually through the e-learning platform used in the course.
Mentoring	<ul style="list-style-type: none"> • Mentoring will be done in groups as well as individually. The lecturer can assess the acquisition of skills and review the reports given by students.

Materials and resources

The materials for the preparation of the face-to-face sessions, as well as the activities that the student must carry out individually, can be found on the Blackboard platform of the University of Alcalá. The functioning of this teaching tool will be detailed in the presentation class, as well as the dates of deliverables and partial exams, and the mechanism of communication with the students.

For each activity, the teacher will provide a series of bibliographical references that can be consulted in the library of the Superior Polytechnic School. For those activities that require it, the teacher will indicate the way to plan that activity, as well as the deliverables that should result from the realization of it.

5. EVALUATION: Procedures, evaluation and grading criteria

5.1 Assessment Procedures

The following describes each of the assessment procedures:

1. Continuous assessment

The evaluation of students will be done continuously throughout the course and will be based on the work completed, knowledge and skills acquired, and the improvement of learning processes in regard to the specific skills required for the course (Normativa de Regulación de los Procesos de Enseñanza Aprendizaje, NRPEA, art 3):

- a) Ongoing evaluation: successful completion of the practical assignments, partial exam(s) and/or coursework, and a final exam. The overcoming of the practical assignments will be carried out throughout the semester.
- b) Final evaluation: written exam on the theoretical and practical contents of the course.

2. Single Assessment

There are two possibilities:

- a) The student has successfully completed the practical assignments and s/he will be assigned the grade obtained in the Continuous assessment if s/he decides it. The rest of the evaluation will be based on a final exam.
- b) The student has not completed the practical assignments or decides not to submit it for assessment. The evaluation will consist of a written exam.

By default, all enrolled students assume the continuous assessment. To choose the Single Assessment the student must formally submit an application to the Director of the School during the first two weeks of the semester, specifying the reasons why the Continuous Assessment cannot be taken. The Director of the

School will make a decision within 15 days. In case of not having received a response, the request is considered estimated.

5.2 Evaluation Criteria

Students will be assessed upon the following criteria:

CE1: The student is able to argue and contrast the general aspects of the planning systems.

CE2: The student is able to formally represent knowledge in planning systems.

CE3: The student has acquired knowledge about the different techniques in the planning systems.

CE4: The student demonstrates that s/he can apply planning systems to real problems in robotics and other domains.

According to the RD 1125/2003 regulating the Diploma, the marks must adopt the scale of notes with a decimal number and a qualitative rating:

- 9,0 - 10 MATRÍCULA DE HONOR. Not exceeding 5%
- 9,0 - 10 SOBRESALIENTE
- 7,0 - 8,9 NOTABLE
- 5,0 - 6,9 APROBADO
- 0,0 - 4,9 SUSPENSO

5.3 Instruments Rating

This section specifies the evaluation tools to be applied to each of the qualification criteria.

- Testing Laboratory (PL): to enable the student to model, implement and execute planning systems.
- Partial exam tests (PEP): Consisting in solving practical problems of planning systems and demonstrating knowledge of the existing techniques.
- Coursework (TA): The teacher may propose coursework and/or the participation in various activities carried out inside and outside the classroom.
- Final exam tests (PEF): Consisting in solving practical problems of planning systems and demonstrating knowledge of the existing techniques.

5.4 Qualification Criteria

This section describes the evaluation criteria for the course.

Continuous assessment, Ongoing Evaluation

In the *continuous assessment - Ongoing Evaluation* - the relationship between the continuous assessment criteria, instruments rating and marks is as follows.

Skills	Learning Results	Evaluation Criteria	Instrument Rating	% Mark
CG8, CG9, CC4, CC5	RA1, RA2, RA3, RA4, RA5, RA6	CE2, CE3, CE4	PL1	10%
CG8, CG9, CC4, CC5			PL2	10%
CC7			PL3	10%
CG8, CG9, CC4, CC5	RA1-RA3	CE1-CE3	PEP/TA	30%
CG8, CG9, CC4, CC5, CC7	RA1-RA6	CE1-CE4	PEF	40%

Continuous assessment, Final Evaluation

Skills	Learning Results	Evaluation Criteria	Instrument Rating	% Mark
CG8, CG9, CC4, CC5, CC7	RA1-RA6	CE1-CE4	PEF	100%

Single Assessment

Skills	Learning Results	Evaluation Criteria	Instrument Rating	% Mark
CG8, CG9, CC4, CC5, CC7	RA1-RA6	CE1-CE4	PEF	100%

6. BIBLIOGRAPHY

- Malik Ghallab, Dana Nau and Paolo Traverso (2016). Automated Planning and Acting. Cambridge University Press, online ISBN: 9781139583923.
- Stuart Russell y Peter Norvig (2009). Artificial Intelligence: A Modern Approach. (Third Edition). Ed. Pearsons.
- McDermott, Drew; Ghallab, Malik; Howe, Adele; Knoblock, Craig; Ram, Ashwin; Veloso, Manuela; Weld, Daniel; Wilkins, David (1998). PDDL---The Planning Domain Definition Language. Technical Report CVC TR98003/DCS TR1165. New Haven, CT: Yale Center for Computational Vision and Control. CiteSeerX 10.1.1.51.9941

Further reading:

- Malik Ghallab, Dana Nau & Paolo Traverso (2004). Automated Planning: Theory and Practice. The Morgan Kaufmann Series in Artificial Intelligence.
- James Allen y James Hendler (1990). Readings in Planning. Ed. Morgan Kaufmann Series in Representation and Reasoning.
- Fikes and Nilsson (1971). STRIPS: A New Approach to the Application of Theorem Proving to Problem Solving, Artificial intelligence, 2 (3-4): 189-208.
- A. Blum and M. Furst (1997). Fast Planning Through Planning Graph Analysis. Artificial Intelligence, 90:281-300 (1997).
- Jörg Hoffmann (2001). FF: The Fast-Forward Planning System. AI Magazine, 22 (3):57-62.