



POLITÉCNICA

INTERNATIONAL  
CAMPUS OF  
EXCELLENCE

COORDINATION PROCESS OF  
LEARNING ACTIVITIES  
PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros  
Informáticos

# ANX-PR/CL/001-01

## LEARNING GUIDE

### SUBJECT

**103000902 - Bayesian Networks**

### DEGREE PROGRAMME

10BA - Master Universitario en Ciencia de Datos

### ACADEMIC YEAR & SEMESTER

2019/20 - Semester 2

## Index

---

### Learning guide

1. Description.....	1
2. Faculty.....	1
3. Skills and learning outcomes .....	2
4. Brief description of the subject and syllabus.....	3
5. Schedule.....	5
6. Activities and assessment criteria.....	7
7. Teaching resources.....	9

## 1. Description

---

### 1.1. Subject details

<b>Name of the subject</b>	103000902 - Bayesian Networks
<b>No of credits</b>	3 ECTS
<b>Type</b>	Optional
<b>Academic year of the programme</b>	First year
<b>Semester of tuition</b>	Semester 2
<b>Tuition period</b>	February-June
<b>Tuition languages</b>	English
<b>Degree programme</b>	10BA - Master Universitario en Ciencia de Datos
<b>Centre</b>	10 - Escuela Tecnica Superior de Ingenieros Informaticos
<b>Academic year</b>	2019-20

## 2. Faculty

---

### 2.1. Faculty members with subject teaching role

<b>Name and surname</b>	<b>Office/Room</b>	<b>Email</b>	<b>Tutoring hours *</b>
Maria Concepcion Bielza Lozoya (Subject coordinator)	2210	c.bielza@upm.es	Tu - 15:00 - 19:00 F - 15:00 - 17:00
Pedro Maria Larrañaga Mugica	2208	pedro.larranaga@upm.es	Tu - 15:00 - 19:00 W - 15:00 - 17:00

\* The tutoring schedule is indicative and subject to possible changes. Please check tutoring times with the faculty member in charge.

## 3. Skills and learning outcomes \*

---

### 3.1. Skills to be learned

CECD04 - Capacidad para aplicar técnicas para la generación de visualizaciones adecuadas a cada problema para el análisis y la exploración de datos, y para la correcta comunicación de los resultados del análisis.

CECD05 - Conocer y tener capacidad para aplicar técnicas de análisis estadístico avanzado a tareas de modelado y análisis de datos heterogéneos y para predicción.

CG07 - Aplicación de los últimos o más novedosos métodos para resolver problemas que, posiblemente, involucren a otras disciplinas

CG10 - Apreciación de los límites del conocimiento actual y de la aplicación práctica de la última tecnología

CG11 - Conocimiento y comprensión de la informática para crear modelos, así como sistemas y procesos de información complejos

CG12 - Tener la capacidad de contribuir al desarrollo futuro de la informática

### 3.2. Learning outcomes

RA23 - Destreza en el uso de distintos tipos de herramientas (software o metodológicas y conceptuales) necesarias para el correcto y eficaz desarrollo de software, incluyendo entornos y librerías en el contexto de ciencia de datos.

RA14 - Presentar en público los resultados de sus trabajos de investigación

RA1 - Conocer y aplicar las principales técnicas para explorar, describir y analizar datos multivariantes.

RA34 - Apply AI techniques in real world data scenarios

RA11 - Ser capaz de abordar los aspectos formales del proyecto inicial de una investigación

RA2 - Conocer y aplicar técnicas de reducción de dimensionalidad y modelización de datos multivariantes.

\* The Learning Guides should reflect the Skills and Learning Outcomes in the same way as indicated in the Degree Verification Memory. For this reason, they have not been translated into English and appear in Spanish.

## 4. Brief description of the subject and syllabus

---

### 4.1. Brief description of the subject

Esta asignatura presenta las redes Bayesianas como modelos gráficos probabilísticos para modelizar la incertidumbre y razonar con ella en sistemas inteligentes. La incertidumbre se modeliza con la probabilidad y el razonamiento se basa en el teorema de Bayes. El curso explica la semántica de las redes para modelizar conocimiento con incertidumbre, cuyo principal concepto subyacente es la independencia condicional probabilista. Una enorme ventaja es poder hacer preguntas a la red, es decir, inferir conocimiento a partir de observaciones o datos que se vayan

conociendo. Se muestran varios tipos de algoritmos, que pueden obtener la respuesta exacta o aproximada, en este último caso utilizando, por ejemplo, simulación Montecarlo. Otro aspecto que se desarrolla es cómo aprender la red a partir de un conjunto de datos, tanto desde un punto de vista de la estructura de la red como sus parámetros (probabilidades condicionadas). Para ello se exponen métodos de aprendizaje automático. Finalmente, sabiendo cómo se construye la red y cómo se utiliza para realizar consultas, se verá su aplicación a diferentes dominios de interés dentro de la Inteligencia Artificial.

### 4.2. Syllabus

#### 1. Introducción

- 1.1. Razonamiento bajo incertidumbre
- 1.2. Independencia condicional
- 1.3. D-separación
- 1.4. Definición formal de red Bayesiana

#### 2. Inferencia en redes Bayesianas

- 2.1. Tipos de razonamiento
- 2.2. Inferencia exacta
- 2.3. Inferencia aproximada

#### 3. Aprendizaje a partir de datos

- 3.1. Introducción

3.2. Aprendizaje de la distribución de probabilidad conjunta

3.3. Clasificadores Bayesianos

3.4. Clasificación no supervisada

4. Aplicaciones

4.1. Tecnológicas

4.2. Biomedicina

4.3. Ciencias sociales

## 5. Schedule

### 5.1. Subject schedule\*

Week	Face-to-face classroom activities	Face-to-face laboratory activities	Other face-to-face activities	Assessment activities
1	Clases teóricas del tema 1 Duration: 03:00			
2	Clases teóricas del tema 2 Duration: 03:00		Tutorías en grupo Duration: 03:00	
3	Clases teóricas del tema 2 Duration: 03:00		Tutorías en grupo Duration: 02:00	
4	Clases teóricas del tema 3 Duration: 03:00			
5	Clases teóricas del tema 3 Duration: 03:00		Tutorías en grupo Duration: 03:00	
6	Clases teóricas del tema 3 Duration: 03:00		Tutorías en grupo Duration: 03:00	
7	Trabajo individual 1 y sesión de póster Duration: 02:00  Clases teóricas del tema 4 Duration: 01:00			Trabajo individual 1 y sesión de pósters  Continuous assessment and final examination Duration: 02:00
8	Exposición oral del trabajo individual 2 (estado del arte o análisis de datos) Duration: 02:00  Clases teóricas del tema 4 Duration: 01:00			Realización de una exposición oral del trabajo individual 2 sobre el estado del arte en la temática de la asignatura o trabajo práctico sobre análisis -inferencia y aprendizaje- de una base de datos.  Continuous assessment and final examination Duration: 02:00
9	Prueba escrita Duration: 02:00			Prueba escrita con preguntas tipo test  Continuous assessment and final examination Duration: 02:00
10				

11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				

The independent study hours are training activities during which students should spend time on individual study or individual assignments.

Depending on the programme study plan, total values will be calculated according to the ECTS credit unit as 26/27 hours of student face-to-face contact and independent study time.

\* The subject schedule is based on a previous theoretical planning of the subject plan and might go through experience some unexpected changes along throughout the academic year.

## 6. Activities and assessment criteria

### 6.1. Assessment activities

#### 6.1.1. Continuous assessment

Week	Description	Modality	Type	Duration	Weight	Minimum grade	Evaluated skills
7	Trabajo individual 1 y sesión de pósters		Face-to-face	02:00	35%	4 / 10	CECD05 CG12 CG11 CG07 CG10
8	Realización de una exposición oral del trabajo individual 2 sobre el estado del arte en la temática de la asignatura o trabajo práctico sobre análisis -inferencia y aprendizaje de una base de datos.		Face-to-face	02:00	35%	4 / 10	CECD05 CG12 CECD04 CG11 CG10
9	Prueba escrita con preguntas tipo test		Face-to-face	02:00	30%	4 / 10	CECD05 CG11

#### 6.1.2. Final examination

Week	Description	Modality	Type	Duration	Weight	Minimum grade	Evaluated skills
7	Trabajo individual 1 y sesión de pósters		Face-to-face	02:00	35%	4 / 10	CECD05 CG12 CG11 CG07 CG10
8	Realización de una exposición oral del trabajo individual 2 sobre el estado del arte en la temática de la asignatura o trabajo práctico sobre análisis -inferencia y aprendizaje de una base de datos.		Face-to-face	02:00	35%	4 / 10	CECD05 CG12 CECD04 CG11 CG10
9	Prueba escrita con preguntas tipo test		Face-to-face	02:00	30%	4 / 10	CECD05 CG11

#### 6.1.3. Referred (re-sit) examination

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 6.2. Assessment criteria

La calificación vendrá dada a partir de la evaluación de las tres partes, listadas a continuación, donde para poder realizar la ponderación indicada en la tabla de evaluación sumativa es necesario que el alumno obtenga una nota mínima en cada parte. Las tres entregas son obligatorias y constan de:

- Un trabajo individual (trabajo 1) propuesto por el alumno o el profesor que permita profundizar en algún tema relacionado con los contenidos de la asignatura. Se valorará la capacidad de innovación y de aportación de nuevas propuestas de investigación. Se preparará un poster sobre el trabajo. El alumno ha de obtener una nota mínima de 4 sobre 10.
- Una exposición oral individual sobre el estado del arte (trabajo 2) en la temática de la asignatura (inferencia o aprendizaje). Se valorará la claridad de la exposición, la amplitud de la revisión del estado del arte, la redacción de la memoria correspondiente y la contestación a las preguntas de los profesores. Alternativamente, el alumno podrá efectuar un trabajo de manejo de software de redes bayesianas con aplicación a un conjunto de datos, llevando a cabo tareas de aprendizaje e inferencia. El alumno ha de obtener una nota mínima de 4 sobre 10.
- La contestación a una serie de preguntas formuladas por los profesores relacionadas con los contenidos de la asignatura (tipo test). El alumno ha de obtener una nota mínima de 4 sobre 10.

Para la convocatoria extraordinaria de Julio, las evaluaciones serán análogas (las tres entregas) y se exigirá presencialidad en el momento de realizarlas.

Los derechos y deberes de los estudiantes universitarios están desarrollados en los Estatutos de la Universidad Politécnica de Madrid (BOCM de 15 de noviembre de 2010) y en el Estatuto del Estudiante Universitario (RD 1791/2010 de 30 de diciembre).

El artículo 124 (a) de los EUPM fija como deber del estudiante ..."seguir con responsabilidad y aprovechamiento el proceso de formación, adquisición de conocimientos, y aprendizaje correspondiente a su condición de universitario"... y el artículo 13 del Estatuto del Estudiante Universitario, en el punto (d) especifica también como deber del estudiante universitario "abstenerse de la utilización o cooperación en procedimientos fraudulentos en las pruebas de evaluación, en los trabajos que se realicen o en documentos oficiales de la universidad".

En el caso de que en el desarrollo de las pruebas de evaluación se aprecie el incumplimiento de los deberes como

estudiante universitario, el coordinador de la asignatura podrá ponerlo en conocimiento del Director o Decano del Centro, que de acuerdo con lo establecido en el artículo 74 (n) de los Estatutos de la UPM tiene competencias para "Proponer la iniciación del procedimiento disciplinario a cualquier miembro de la Escuela o Facultad, por propia iniciativa o a instancia de la Comisión de Gobierno" al Rector, en los términos previstos en los estatutos y normas de aplicación.

## 7. Teaching resources

### 7.1. Teaching resources for the subject

Name	Type	Notes
Libro 1	Bibliography	Castillo, E., Gutiérrez, J.M., Hadi, A.S. (1997) Expert Systems and Probabilistic Network Models. Springer, New York. Versión en español, disponible en la red: Sistemas Expertos y Modelos de Redes Probabilísticas, Academia de Ingeniería, Madrid
Libro 2	Bibliography	Koller, D, Friedman, N. (2009) Probabilistic Graphical Models. Principles and Techniques. The MIT Press.
Libro 3	Bibliography	Koski, T., Noble, J. (2009) Bayesian Networks: An Introduction, Wiley.
Libro 4	Bibliography	Murphy, K.P. (2012) Machine Learning: A Probabilistic Perspective. The MIT Press.
Libro 5	Bibliography	Neapolitan, R., (2004) Learning Bayesian Networks, Prentice Hall.
Libro 6	Bibliography	Pourret, O., Naïm, P., Marcot, B. (2008) Bayesian Networks: A Practical Guide to Applications, Wiley.
Libro 7	Bibliography	Sucar, E. (2015) Probabilistic Graphical Models. Principles and Applications. Springer.