

# TEORÍA DE LA INFORMACIÓN Y LA CODIFICACIÓN

Curso 2018-2019

(Fecha última actualización: 10/05/2018)

(Fecha de aprobación en Consejo de Departamento: 17/05/2018)

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
COMPLEMENTOS DE COMPUTACIÓN Y SISTEMAS INTELIGENTES	HERRAMIENTAS DE COMPUTACIÓN CIENTÍFICA	4º	1º	6	Optativa
<b>PROFESORES<sup>(1)</sup></b>			<b>DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS</b> (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Manuel Pegalajar Cuéllar</li> </ul>			Dpto. Ciencias de la Computación e I.A. Facultad de Comunicación y Documentación. Despacho nº P. Correo electrónico: <a href="mailto:manupc@ugr.es">manupc@ugr.es</a>		
			<b>HORARIO DE TUTORÍAS Y/O ENLACE A LA PÁGINA WEB DONDE PUEDAN CONSULTARSE LOS HORARIOS DE TUTORÍAS<sup>(1)</sup></b>		
			Los horarios de tutorías del profesorado pueden consultarse en la web: <a href="http://decsai.ugr.es/index.php?p=profesores">http://decsai.ugr.es/index.php?p=profesores</a>		
<b>GRADO EN EL QUE SE IMPARTE</b>			<b>OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR</b>		
Grado en Ingeniería Informática					
<b>PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES</b> (si procede)					
Tener cursadas las asignaturas las asignaturas básicas y obligatorias del Grado en Ingeniería Informática.					
<b>BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)</b>					
Teoría de la Información. Entropía. Sistemas de Transmisión. Códigos Detectores y Correctores.					
<b>COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS</b>					

<sup>1</sup> Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente



### Competencias Generales del Título

- **E8.** 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.

### Competencias Básicas

- **CB5.** Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

### OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

- Conocer y utilizar los conceptos básicos de información y su medida de entropía, cantidad de información y capacidad del canal, asociado a un contexto probabilístico.
- Conocer el sistema de transmisión desde que la información parte del usuario hasta que se convierte en un determinado código, y luego el paso inverso, descifrarlo para que sea legible por el usuario.
- Conocer los sistemas de transmisión de información para conseguir que ésta sea lo más rápida, con la menor distorsión y al menor coste posible.
- Conocer la teoría matemática de la información desarrollada por Shannon, que estudia el problema de la transmisión de información a través de los canales en los que puede haber ruido.
- Comprender el concepto de codificación de una fuente, que tiene por objetivo adaptar, estadísticamente, la fuente productora de los mensajes que se deben transmitir por el canal.
- Estudiar los códigos de descodificación única e instantánea: sus propiedades (primer y segundo teorema de Shannon).
- Tener los conocimientos básicos sobre códigos para canales sin ruido.
- Saber construir un código de Huffman y ver la diferencia entre códigos binarios y n-arios.
- Saber construir un código de Shannon-Fano
- Interpretar la diferencia entre los códigos de Huffman y los de Shannon-Fano
- Adquirir los conocimientos básicos sobre Códigos para canales con ruido, incidiendo en los distintos códigos detectores y correctores.
- Saber construir un código lineal
- Saber construir un código de Hamming e interpretar sus analogías y diferencias con los códigos lineales.
- Saber construir un código cíclico
- Interpretar las diferencias entre los códigos cíclicos, BCH, Reed-Solomon y Goppa
- Ser capaces de ver las ventajas e inconvenientes de cada código y cuando se debe usar cada uno de ellos.
- Ser capaces de implementar los diferentes códigos aprendidos en las horas de teoría.
- Ser capaces de implementar las medidas de información estudiadas en el primer módulo.

### TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

El temario de la asignatura contempla dos bloques fundamentales: Teoría y Prácticas. El bloque de teoría se orienta a explicar qué es la información, qué medidas existen de información y sus propiedades, y la construcción de códigos simples. Particularmente, se estudiará la construcción de códigos óptimos para realizar una transmisión/codificación/almacenamiento eficiente de información, cómo usar redundancia de



información para desarrollar técnicas para detectar errores en mensajes transmitidos en canales con ruido, y también técnicas para detectar y corregir errores en el mismo tipo de canal, cubriendo todos los objetivos y competencias mostrados en esta guía docente.

Las prácticas de la asignatura se plantearán con un doble objetivo: En primer lugar, servir para asentar los contenidos teóricos e implementar las técnicas aprendidas en teoría en lenguajes de propósito general. Por otra parte, que también se estudie de forma directa la utilidad de la teoría de la información y la codificación en aplicaciones reales. Para alcanzar ambos objetivos, el profesorado pondrá a disposición del alumno diferentes prototipos construidos en Arduino, que el alumno deberá programar para probar las ventajas e inconvenientes de cada tipo de código (óptimos, detectores de errores, y detectores/correctores de errores).

Los contenidos teóricos de la asignatura, organizados por temas, se ilustran en el siguiente temario:

## TEMARIO DE TEORIA

Tema 1: Introducción a la Teoría de la Información.

Tema 2: Medidas de información. Cantidad de información. Información mutua.

Tema 3: Información en canales sin ruido. Códigos óptimos.

Tema 4: Información en canales con ruido. Códigos para detectar errores.

Tema 5: Códigos detectores y correctores de errores.

## TEMARIO DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Las prácticas de la asignatura **se realizarán exclusivamente en el tiempo de clase, en el laboratorio del centro habilitado al efecto**. En particular, las **prácticas serán llevadas a cabo utilizando la plataforma Arduino**, y consistirán en la implementación de diferentes códigos (lenguaje C/C++) que permitan al alumno poner en práctica los conocimientos teóricos adquiridos. Para ello, se plantea al principio de curso un seminario y una práctica de introducción a la programación de Arduino en C/C++ y a las bibliotecas que se usarán en el resto de la asignatura, para facilitar al alumno familiarizarse con la mencionada plataforma. En la práctica asociada al primer seminario, se realizará un montaje simple para que el alumno se familiarice con Arduino y el envío/recepción de códigos uniformes a través de la plataforma. Seguidamente, el resto de seminarios se dedicarán a exponer el problema a resolver en cada práctica y las bibliotecas y montajes Arduino que el profesor facilita para su resolución. La lista de seminarios, junto con el detalle del contenido de cada uno, se expone a continuación:

## SEMINARIOS

- **Seminario 1.- Introducción a Arduino.** Consistirá en una introducción a la plataforma Arduino, componentes de la misma, programación en C/C++ de Arduino UNO e introducción a las bibliotecas de programación proporcionadas por el profesor, y el montaje simplificado y guiado de un emisor de láser y un receptor de láser, como mecanismos de Entrada y Salida para emisión y recepción de datos codificados con códigos uniformes. Este seminario está ligado a la práctica 1.
- **Seminario 2.- Implementación de códigos Huffman en el sistema de emisión/recepción por láser en Arduino.** Partiendo de la plataforma construida en el seminario 1 y en la práctica 1, se implementarán códigos óptimos (particularmente, códigos Huffman) sobre dicha plataforma. El objetivo de la práctica



es comprobar cómo, en ausencia de ruido, se puede codificar y enviar información de forma eficiente y utilizando la mínima cantidad de recursos necesaria. Este seminario se imparte conjuntamente con la práctica 2.

- **Seminario 3.- Plataformas reales y Arduino.** El objetivo de este seminario es incidir en la utilidad práctica del desarrollo de códigos en ambientes con ruido. Para ello, se expondrán diferentes montajes Arduino facilitados por el profesor para la realización del resto de prácticas. En particular, las aplicaciones concretas a estudiar en las prácticas utilizarán las siguientes plataformas:
  - **Lectores/escritores de tarjetas de identificación.** Se expondrá el montaje Arduino de un escritor/lector de tarjetas de identificación, así como la organización interna de este tipo de tarjetas para almacenar información. En particular, se usarán los lectores/escritores MFRC522 de tarjetas de identificación. Además, también se expondrá la biblioteca facilitada por el profesor para programación de tarjetas en C/C++. Mediante ejemplos de programación, se pondrá de manifiesto cómo es necesario detectar y corregir errores para evitar interferencias ambientales en el lector o en la escritura de una tarjeta de identificación.
  - **Mandos de control remoto.** Se expondrá el montaje Arduino para recibir información de un mando de control remoto emisor de información a través de ondas de radio, similar al utilizado en la apertura de puertas de cocheras y otros automatismos (en particular, los módulos integrados 2262 / 2272, mando a distancia emisor con 4 botones y receptor por radiofrecuencia). Además, se explicará la biblioteca facilitada por el profesor para programar el receptor de información en C/C++.

El seminario 3 no se asocia a una práctica particular, dado que expone los materiales y su uso para la práctica posterior.

- **Seminario 4.- Códigos detectores y códigos correctores de errores en Arduino.** Implementación de códigos detectores y/o correctores en Arduino. El objetivo de esta práctica consiste en que el alumno implemente códigos detectores y/o correctores de errores, de modo que la recepción de información se realice con fiabilidad en entornos de transmisión con ruido. En particular, el alumno deberá utilizar una de las dos plataformas expuestas en el seminario 3 y realizar el siguiente trabajo:
  - **En el caso del lector/escritor de tarjetas:** Leer/escribir una tarjeta de identificación, asegurándose de que la información leída/escrita es la que se corresponde o debe existir en la tarjeta. En caso de códigos detectores, ante detección de un fallo en el envío o en los datos recibidos, se deberá indicar que se ha detectado error. En caso de códigos correctores, se deberá autorreparar el error y proporcionar la información recibida sin errores.
  - **En el caso del mando de control remoto:** Captar la información enviada a través de ondas de radio tras la pulsación de los botones del mando a distancia emisor. En el caso de códigos detectores, si se detecta un error en la información recibida, se deberá indicar el fallo. En el caso de códigos correctores, se deberá reconstruir la información errónea y obtener el código del botón pulsado correctamente.

Este seminario va ligado a la práctica 3.

A modo de resumen, la siguiente lista especifica concretamente las prácticas existentes en la asignatura, ligadas a los seminarios anteriores:



## PRÁCTICAS DE LABORATORIO

- **Práctica 1.** Introducción a la codificación. Códigos uniformes. Plataforma Arduino para envío y recepción de información por láser.
- **Práctica 2.** Canales sin ruido. Implementación de códigos Huffman en Arduino.
- **Práctica 3.** Canales con ruido. Códigos detectores y correctores de errores en Arduino.

Las prácticas se realizarán utilizando hardware Arduino, por lo que se efectuarán íntegramente en el laboratorio en horario de clase.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- Adámek, J. Foundations of Coding. John Wiley & Sons, 1991.
- David J.C. MacKay, Information Theory, Inference, and Learning Algorithms, Cambridge University Press 2003
- Sarah Spence Adams, Introduction to Algebraic Coding Theory, Cornell University, 2006
- Henk C.A. van Tilborg, CODING THEORY: A first course, Eindhoven University of Technology, 1993

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- Cover, T.M., Thomas, J.A. Elements of information Theory, Wiley-Interscience. Second edition. 2006
- Gray, R.M. Entropy and Information Theory. Springer-Verlag. New-York. Second edition. 2010
- F. Halsall, "Multimedia Communications", Pearson Education Limited, 2001.
- Hamming, R.W. Coding and Information Theory. Prentice Hall. Second edition, 1986.
- Kullback, S. . Information Theory and Statistics. Wiley. Second edition 1968.
- Mackay, D. Information Theory, Inference, and Learning Algorithms. Cambridge University Press. 2003
- Pierce, J.R. An Introduction to Information Theory. Dover Publications; Second edition .1980.
- Van Elst, J.H. Introduction to coding theory. Springer-Verlag. Third edition. 1999.
- Woungang, I., Misra, S., Misra, S.C. Selected topics in information and coding theory. Series on Coding Theory and Cryptology. 2010.

## ENLACES RECOMENDADOS

Plataforma docente de la asignatura: <http://prado.ugr.es/moodle/>



## METODOLOGÍA DOCENTE

Se podrán utilizar varias de las metodologías docentes entre las descritas a continuación:

### 1. Lección magistral (Clases teóricas-expositivas) (grupo grande)

Descripción: Presentación en el aula de los conceptos propios de la materia haciendo uso de metodología expositiva con lecciones magistrales participativas y medios audiovisuales. Evaluación y examen de las capacidades adquiridas.

Propósito: Transmitir los contenidos de la materia motivando al alumnado a la reflexión, facilitándole el descubrimiento de las relaciones entre diversos conceptos y formarle una mentalidad crítica

Contenido en ECTS: 30 horas presenciales (1.2 ECTS)

Competencias: CB5, E8

### 2. Actividades prácticas (Clases prácticas de laboratorio) (grupo pequeño)

Descripción: Actividades a través de las cuales se pretende mostrar al alumnado cómo debe actuar a partir de la aplicación de los conocimientos adquiridos

Propósito: Desarrollo en el alumnado de las habilidades instrumentales de la materia.

Contenido en ECTS: 15 horas presenciales (0.6 ECTS)

Competencias: CB5, E8

### 3. Seminarios (/grupo pequeño)

Descripción: Modalidad organizativa de los procesos de enseñanza y aprendizaje donde tratar en profundidad una temática relacionada con la materia. Incorpora actividades basadas en la indagación, el debate, la reflexión y el intercambio.

Propósito: Desarrollo en el alumnado de las competencias cognitivas y procedimentales de la materia.

Contenido en ECTS: 10 horas presenciales (0.4 ECTS)

Competencias: CB5, E8

### 4. Actividades no presenciales individuales (Estudio y trabajo autónomo)

Descripción: 1) Actividades (guiadas y no guiadas) propuestas por el profesor a través de las cuales y de forma individual se profundiza en aspectos concretos de la materia posibilitando al estudiante avanzar en la adquisición de determinados conocimientos y procedimientos de la materia, 2) Estudio individualizado de los contenidos de la materia 3) Actividades evaluativas (informes, exámenes, ...)

Propósito: Favorecer en el estudiante la capacidad para autorregular su aprendizaje, planificándolo, diseñándolo, evaluándolo y adecuándolo a sus especiales condiciones e intereses.

Contenido en ECTS: 45 horas no presenciales (1.8 ECTS)

Competencias: CB5, E8

### 5. Actividades no presenciales grupales (Estudio y trabajo en grupo)

Descripción: Actividades (guiadas y no guiadas) propuestas por el profesor a través de las cuales y de forma grupal se profundiza en aspectos concretos de la materia posibilitando a los estudiantes avanzar en la adquisición de determinados conocimientos y procedimientos de la materia.

Propósito: Favorecer en los estudiantes la generación e intercambio de ideas, la identificación y análisis de diferentes puntos de vista sobre una temática, la generalización o transferencia de conocimiento y la valoración crítica del mismo.

Contenido en ECTS: 45 horas no presenciales (1.8 ECTS)

Competencias: CB5, E8



## 6. Tutorías académicas (grupo pequeño)

Descripción: manera de organizar los procesos de enseñanza y aprendizaje que se basa en la interacción directa entre el estudiante y el profesor

Propósito: 1) Orientan el trabajo autónomo y grupal del alumnado, 2) profundizar en distintos aspectos de la materia y 3) orientar la formación académica-integral del estudiante

Contenido en ECTS: 5 horas presenciales, grupales e individuales (0.2 ECTS)

Competencias: CB5, E8

## EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

El sistema de calificaciones se expresará mediante calificación numérica de acuerdo con lo establecido en el art. 5 del R. D 1125/2003, de 5 de septiembre, por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en el territorio nacional.

### Convocatoria ordinaria:

El sistema de evaluación será preferentemente mediante evaluación continua. Se utilizarán las siguientes técnicas de evaluación:

- **Para la parte teórica** se realizarán entregas y/o exposiciones de relaciones de problemas durante el curso. La ponderación de este bloque es del 50%.
- **Para la parte práctica** se realizarán prácticas de laboratorio, y se valorarán las entregas de los informes/memorias realizados por los alumnos y pruebas de funcionamiento de los métodos desarrollados en el laboratorio. La ponderación de este bloque es del 50%.
- Una **tercera parte opcional**, dedicada al trabajo autónomo, se evaluará teniendo en cuenta la elaboración de trabajos de desarrollo y exposiciones de los mismos. Este bloque adicional podrá suponer hasta un 20% de la valoración final, en el método de evaluación continua.

Cada uno de los 3 bloques anteriores (dado el caso de que el alumno haya realizado trabajo autónomo) serán evaluados de 0 a 5 (T, teoría), de 0 a 5 (P, prácticas) y de 0 a 2 (A, Trabajo Autónomo).

La calificación global (G) será una calificación numérica entre 0 y 10 obtenida mediante la suma ponderada de las calificaciones correspondientes a los 3 bloques anteriores, utilizando la siguiente fórmula:

$$G = \min\{10, T+P+A\}$$

No será necesario alcanzar un límite mínimo en la evaluación de teoría o de prácticas para superar la asignatura.

En cualquier caso, todo lo relativo a la evaluación se regirá por la normativa sobre planificación docente y organización de exámenes vigente en la Universidad de Granada.

RÉGIMEN DE ASISTENCIA



La asistencia a las clases no será obligatoria, aunque la participación activa en clase a través de la elaboración de trabajos en el laboratorio, y la entrega de ejercicios planteados por el profesor, se tendrá en cuenta dentro del sistema de evaluación continua de la asignatura.

#### **Convocatorias extraordinarias:**

Se realizarán dos pruebas (teórica y práctica) en un único acto de evaluación mediante examen escrito, compuestas de los siguientes elementos:

- Examen teórico escrito T (50%): Preguntas teóricas y ejercicios del temario de teoría.
- Examen práctico escrito P (50%): Preguntas de desarrollo e implementación de métodos y algoritmos correspondientes al temario de prácticas. No obstante, los estudiantes que se hayan acogido al sistema de evaluación continua mediante prácticas y lo hayan superado no tendrán obligación de presentarse a esta parte. En su lugar, se utilizará la calificación obtenida en prácticas para sustituir la prueba de examen práctico.

Cada examen será puntuado numéricamente con una calificación entre 0 y 10. La calificación global (G) será calculada mediante la siguiente expresión:

$$G = 0,5 \cdot T + 0,5 \cdot P.$$

No será necesario alcanzar un límite mínimo en la evaluación de teoría o de prácticas para superar la asignatura.

#### **DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"**

Se realizarán dos pruebas (teórica y práctica) en un único acto de evaluación mediante examen escrito, compuestas de los siguientes elementos:

- Examen teórico escrito T (50%): Preguntas teóricas y ejercicios del temario de teoría.
- Examen práctico escrito P (50%): Preguntas de desarrollo e implementación de métodos y algoritmos correspondientes al temario de prácticas.

Cada examen será puntuado numéricamente con una calificación entre 0 y 10. La calificación global (G) será calculada mediante la siguiente expresión:

$$G = 0,5 \cdot T + 0,5 \cdot P.$$

No será necesario alcanzar un límite mínimo en la evaluación de teoría o de prácticas para superar la asignatura.



---

## INFORMACIÓN ADICIONAL

Definición de grupo grande y grupo pequeño:

Los grupos grandes son grupos de 45 a 60 estudiantes.

Los grupos pequeños son grupos de 15 a 20 estudiantes.

