

Memoria de proyectos de innovación y buenas prácticas docentes

A. Datos generales del proyecto de innovación y buenas prácticas docentes

Título	Teoría de Códigos en práctica: Del aula a la implementación hardware con fines industriales		
Código	22-52	Fecha de Realización:	Curso académico 2022-2023
Coordinación	Apellidos	Pegalajar Cuéllar	
	Nombre	manuel	
Tipología	Tipología de proyecto	Básico	
	Rama del Conocimiento	Ingeniería Informática	
	Línea de innovación	Dimensión 3. Adecuación de la docencia e innovación educativa a la sociedad actual.	

B. Objetivo Principal

El objetivo general del proyecto persigue la adaptación de las prácticas de las asignaturas que involucran Teoría de Códigos a casos prácticos reales cercanos al mercado laboral del perfil del estudiantado objetivo. Este objetivo general se divide en otros objetivos específicos:

- O1: Diseño de prácticas con Arduino y sensores para enseñanza práctica de conceptos teóricos matemáticos de Teoría de Códigos.
- O2: Diseño de material docente apropiado para a) enseñanza a nivel introductorio de la plataforma Arduino y su interconexión con sensores externos; y b) seguimiento paso a paso de las prácticas a realizar.
- O3: Formar a profesorado y estudiantado de las asignaturas Teoría de la Información, Criptografía y Computación, y Matemáticas aplicadas a la Informática, en el uso y los beneficios de dichas herramientas.

C. Descripción del proyecto de innovación y buenas prácticas docentes

Resumen del proyecto realizado: Objetivos, metodología, logros alcanzados, aplicación práctica a la docencia habitual, etc.

El proyecto aborda uno de los mayores retos existentes en asignaturas con contenidos de Teoría de Códigos dentro de la Universidad de Granada, que consiste en acercar conceptos teóricos de la temática a su aplicación práctica real, principalmente en el mercado laboral y en la industria. La Teoría de Códigos es una temática que se encuentra entre las Matemáticas y la Ingeniería, y que se imparte en diversos programas de asignaturas en la Universidad de Granada. Por su naturaleza, tiene una fuerte componente teórica cuya base es el Álgebra, aunque tiene enormes aplicaciones de carácter industrial que podemos encontrar de manera cotidiana: Validación de números de cuentas corrientes o tarjetas de crédito, generación y lectura de códigos QR, lectura de códigos de barras, apertura automática de puertas de garajes mediante mando a distancia, accesos con tarjetas a diversas instalaciones, verificación de identidad con lectores de huella digital, etc.

El proyecto actual se focaliza en las prácticas de las asignaturas donde se imparten conceptos de Teoría de Códigos, y propone la implementación de los modelos de codificación teóricos en dispositivos reales. En particular, se plantea el uso de dispositivos Arduino equipados con sensores de bajo coste (lectores de tarjetas, receptores de radio-frecuencia de mandos a distancia, lectores de huellas digitales o lectores de códigos de barras), especialmente diseñados para docencia, de modo que el estudiante implemente los algoritmos resultantes en un dispositivo real de forma equivalente a como se realizaría a nivel industrial.

El proyecto toma como estudio piloto la asignatura Teoría de la Información y la Codificación de cuarto curso del Grado en Ingeniería Informática de la Universidad de Granada. La metodología seguida durante el proyecto ha sido la siguiente:

- 1- Identificación de contenidos teóricos con aplicación práctica en la industria, y selección de casos de uso prácticos a simular en las prácticas.
- 2- Selección y adquisición de hardware necesario para poder simular el caso de uso industrial en el aula de

prácticas.

3- Desarrollo de material docente que introduzca los conceptos previos necesarios para poder utilizar el hardware.

4- Desarrollo de material docente que profundice en el caso de uso, explicando su relación con la teoría.

5- Resolución de casos prácticos.

6- Evaluación del material y su idoneidad para diferentes perfiles de estudiantes de grado/posgrado.

Con respecto a los puntos 1 y 2, se seleccionó la plataforma Arduino como eje tractor de las prácticas, debido a su enorme transversalidad y posibilidades para diferentes asignaturas. Además, se da el caso de que el lenguaje de programación de estas plataformas (lenguaje C/C++) es el lenguaje vehicular dentro del Grado en Ingeniería Informática. Como casos de uso, se plantearon dos:

- Lectores de huellas digitales, como ejemplo de medio para codificar y decodificar información biométrica, muy utilizada hoy día en la industria.
- Lectores de códigos de barras y códigos QR, utilizados diariamente en tareas de trazabilidad en el transporte de mercancías, o en actividades de compra/venta en negocios. Este tipo de códigos se relaciona con los contenidos de la asignatura en diversos temas, como pueden ser la detección de errores, o la detección y corrección de errores a la hora de observar el código particular en cuestión.

Con respecto al punto 3, se ha desarrollado material docente, en formato de diapositivas, que introduce al estudiante con conocimientos previos de programación en la plataforma Arduino y su integración con hardware externo como dispositivos de entrada y/o salida.

Con respecto al punto 4, se han diseñado y desarrollado dos tipos de materiales en formato de diapositivas:

- Formación específica sobre el hardware a usar en las prácticas para lectura de huellas dactilares.
- Formación específica sobre el hardware a usar en las prácticas para lectura de códigos de barras y QR.

Con respecto al punto 5, se han diseñado dos guiones de trabajo para elaborar un caso de uso de ejemplo que utilice cada uno de los dispositivos (lector de huellas dactilares y lector de códigos de barras/QR).

Finalmente, el punto 6 se evaluó por el personal docente de la asignatura, que verificó que las competencias y objetivos del material desarrollado reforzaban/contribuían a alcanzar las competencias y objetivos del documento VERIFICA existentes en la guía docente.

Summary of the Project (In English):

The project addresses one of the biggest challenges existing in subjects with Code Theory content at the University of Granada, which consists of bringing theoretical concepts of the subject closer to its real practical application, mainly in the labour market and in industry. Code Theory is a subject that lies between Mathematics and Engineering, and which is taught in various subject programmes at the University of Granada. By its nature, it has a strong theoretical component based on Algebra, although it has enormous industrial applications that we can find on a daily basis: Validation of current account numbers or credit cards, generation and reading of QR codes, reading of barcodes, automatic opening of garage doors by remote control, card access to various facilities, identity verification with fingerprint readers, etc.

The current project focuses on the practices of the subjects where Code Theory concepts are taught, and proposes the implementation of theoretical coding models in real devices. In particular, it proposes the use of Arduino devices equipped with low-cost sensors (card readers, radio-frequency receivers for remote controls, fingerprint readers or barcode readers), specially designed for teaching, so that the student implements the resulting algorithms in a real device in an equivalent way to how it would be done at an industrial level.

The project takes as a pilot study the subject Information Theory and Coding in the fourth year of the Degree in Computer Engineering at the University of Granada. The methodology followed during the project was as follows:

- 1- Identification of theoretical contents with practical application in the industry, and selection of practical use cases to be simulated in the practices.
- 2- Selection and acquisition of the necessary hardware to be able to simulate the industrial use case in the practical classroom.
- 3- Development of teaching material that introduces the previous concepts necessary to be able to use the hardware.
- 4- Development of teaching material that goes into the use case in depth, explaining its relationship with the theory.
- 5- Resolution of practical cases.

6- Evaluation of the material and its suitability for different profiles of undergraduate/postgraduate students.

With regard to points 1 and 2, the Arduino platform was selected as the driving force of the practices, due to its enormous transversality and possibilities for different subjects. In addition, the programming language of these platforms (C/C++ language) is the language used in the Bachelor's Degree in Computer Engineering. As use cases, two were proposed:

- Fingerprint readers, as an example of a means of encoding and decoding biometric information, widely used today in industry.

- Barcode and QR code readers, used on a daily basis in traceability tasks in the transport of goods, or in buying/selling activities in businesses. This type of codes is related to the contents of the subject in various topics, such as error detection, or the detection and correction of errors when observing the particular code in question.

With regard to point 3, teaching material has been developed, in the form of slides, which introduces students with previous programming knowledge to the Arduino platform and its integration with external hardware such as input and/or output devices.

Regarding point 4, two types of materials have been designed and developed in slide format:

- Specific training on the hardware to be used in the fingerprint reading practices.
- Specific training on the hardware to be used in the practices for barcode and QR reading.

Regarding point 5, two working scripts have been designed to elaborate an example use case using each of the devices (fingerprint reader and barcode/QR reader).

Finally, point 6 was evaluated by the teaching staff of the subject, who verified that the competences and objectives of the developed material were consistent with/contribute to achieving the competences and objectives of the VERIFICA document in the teaching guide.

D. Resultados obtenidos

Los resultados principales del proyecto se resumen en:

- a) Un aumento de la calidad de las prácticas de la asignatura, y su acercamiento a posibles escenarios laborales de trabajo de un egresado con perfil de teoría de códigos.
- b) La elaboración de material docente específico que permite coordinar conceptos teóricos de Teoría de Códigos con aplicaciones industriales.

El trabajo realizado ha sido publicado de forma abierta en el siguiente repositorio de GitHub:

<https://github.com/manupc/TIC>

Results obtained (In English)

The main results of the project can be summarised as follows:

- a) An increase in the quality of the practices of the subject, and its approach to possible work scenarios for a graduate with a code theory profile.
- b) The development of specific teaching material that enables the coordination of theoretical concepts of code theory with industrial applications.

The work done has been published openly in the following GitHub repository:

<https://github.com/manupc/TIC>

Translated with www.DeepL.com/Translator (free version)

E. Difusión y aplicación del proyecto a otras áreas de conocimiento y universidades

La difusión principal del proyecto se ha llevado a cabo a través de repositorios libres de código abierto, como GitHub, en la siguiente dirección:

<https://github.com/manupc/TIC>

Se plantea extender la metodología seguida en el estudio piloto, para la asignatura de Teoría de la Información y la Codificación, a otras asignaturas de perfiles diferentes como la de Matemáticas aplicadas a la Informática (Máster de Matemáticas).

Dissemination and application of the project to other areas of knowledge and universities (In English)

The main dissemination of the project has been carried out through free open source repositories, such as GitHub, at the following address:

<https://github.com/manupc/TIC>

We plan to extend the methodology followed in the pilot study, for the subject of Information Theory and Coding, to other subjects of different profiles such as Mathematics applied to Computer Science (Master's Degree in Mathematics).

F. Estudio de las necesidades para incorporación a la docencia habitual

El proyecto se ha podido incorporar a la docencia de la asignatura del estudio piloto sin problemas añadidos, dado que el Departamento de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial de la Universidad de Granada contaba con material docente hardware (dispositivos Arduino) que podía destinar a las prácticas. Adicionalmente, los sensores requeridos para cada una de ellas (sensores de huellas dactilares y sensores de códigos de barras y QR) fueron adquiridos con cargo a este proyecto. Por tanto, no se plantean necesidades adicionales a las que ya se cumplen para incorporar el proyecto en prácticas de asignaturas que imparta el mencionado departamento.

G. Puntos fuertes, las dificultades y posibles opciones de mejora**1. Puntos fuertes.**

Los puntos fuertes del proyecto se focalizan en la mayor proyección práctica, a nivel laboral e industrial, del material desarrollado. En particular, se pone en práctica contenidos teóricos utilizando hardware específico, que aumenta potencialmente de forma considerable la comprensión de los conceptos teóricos por parte del estudiante, así como su motivación.

No obstante, otro punto fuerte del proyecto reside en mostrar la interconexión e interdisciplinariedad existente en proyectos reales. De hecho, nuestro proyecto aglutina conocimientos teóricos de Teoría de Códigos con conocimientos de programación hardware de microcontroladores (Arduino), y acceso a dispositivos externos de Entrada/Salida (sensores de huellas dactilares o de códigos de barras/QR). Esto, que previsiblemente es un punto fuerte, también tiene su dificultad añadida como se explica en el siguiente punto.

2. Dificultades.

La principal dificultad para llevar a cabo el proyecto reside en el perfil del estudiante que cursa estos contenidos. En primer lugar, el estudiante usual tiene una base en IA y sistemas inteligentes, que sirve para poder comprender con éxito los contenidos teóricos. Sin embargo, no dispone de una especialización en diseño/desarrollo/programación de hardware específico y dispositivos empotrados con acceso a datos de sensores. Se requiere una formación adicional, que hemos diseñado en modalidad de seminario, para introducir al estudiante en este perfil.

3. Posibles opciones de mejora.

La mejora del proyecto principal reside en poder ampliar las prácticas con otros tipos de dispositivos sensores, tales como tarjetas RFID/NFC para lectura/escritura/encryptación de información, como por ejemplo las tarjetas de acceso a edificios, tarjetas de crédito, etc.

Otra posibilidad de mejora reside en la adaptación de contenidos vehiculares, como la programación de microcontroladores, a estudiantes del Grado de Ingeniería Informática considerando un perfil genérico. Este hecho podría facilitar que el material docente fuese accesible y comprensible por una mayor cantidad de estudiantes.