

# Laboratorio Proyecto Final

Visión por Ordenador I  
Ingeniería Matemática



# Laboratorio

## Proyecto Final

**Profesor:**

Erik Velasco                    **Email**  
evelasco@icai.comillas.edu  
Lionel Güitta                    evelasco@icai.comillas.edu  
Daniel Pinilla                    lglopez@icai.comillas.edu  
Luis Arias                        dpinilla@icai.comillas.edu  
Rodrigo Sánchez                learias@icai.comillas.edu  
Ignacio de Rodrigo              rsmolina@icai.comillas.edu  
Ignacio de Rodrigo              iderodrigo@comillas.edu

Cover:

Expedition 69 NASA astronaut Frank Rubio is carried to a medical tent shortly after he, and Roscosmos cosmonauts Dmitri Petelin and Sergey Prokopyev landed in their Soyuz MS-23 spacecraft near the town of Zhezkazgan, Kazakhstan on Wednesday, Sept. 27, 2023. The trio are returning to Earth after logging 371 days in space as members of Expeditions 68-69 aboard the International Space Station. For Rubio, his mission is the longest single spaceflight by a U.S. astronaut in history. Photo Credit: NASA/Bill Ingalls. Right now you might feel like Frank Rubio. Everything will be all right.

# Contents

<b>1</b>	<b>Proyecto Final: Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Materiales</b>	<b>2</b>
	Hardware . . . . .	2
<b>3</b>	<b>Requisitos y Tareas</b>	<b>3</b>
	Hardware . . . . .	3
	Software . . . . .	3
<b>4</b>	<b>Metodología</b>	<b>4</b>
	Diagramas de bloques . . . . .	4
<b>5</b>	<b>Fechas y Entregables</b>	<b>5</b>
	Fechas . . . . .	5
	Entregables . . . . .	5
<b>6</b>	<b>Calificaciones</b>	<b>6</b>
	Criterios . . . . .	6
<b>7</b>	<b>Primeros Pasos</b>	<b>7</b>
	Hardware . . . . .	7
	Sesión Inicial . . . . .	7

# 1

## Proyecto Final: **Introducción**

Una vez realizadas las cuatro sesiones prácticas (calibración, procesamiento de imágenes, extracción de características y detección de objetos), se tienen los conocimientos necesarios para implementar proyectos sencillos de Visión por Ordenador. Aunque basados en conceptos básicos, la combinación de los módulos vistos en las sesiones prácticas puede alcanzar resultados muy potentes.

En este proyecto se debe idear e implementar un sistema de visión (clásica) por ordenador utilizando una Raspberry Pi y una cámara como entrada de información al sistema. El campo de aplicación es libre (medicina, deportes, seguridad...) y se os anima a ser originales.

El objetivo de este proyecto no es solo evaluar sus capacidades técnicas, sino que también se persigue que el resultado final sirva como parte de su porfolio. De este modo, se anima a que el resultado final del proyecto sea un vídeo (demo) y un documento pulido.

# 2

## Materiales

### Hardware

Tal y como se menciona en la Introducción, el proyecto cuenta con un hardware específico (Figura 2.1, Raspberry Pi y cámara) que se entregará durante la primera sesión dedicada al trabajo. Su uso es obligatorio.

En casos especiales donde el proyecto requiera algún elemento de hardware más complejo (impresión 3D, electrónica, etc.) se recomienda comunicarlo a los profesores lo antes posible (especialmente en el caso de impresión 3D, pues hay que consultar disponibilidad en la Universidad).

Por otro lado, desde el punto de vista de software, se puede hacer uso de cualquier librería, aunque el uso de modelos avanzados de Visión por Ordenador (Deep Learning) debe consultarse con los profesores ya que no es el objetivo de esta asignatura. Por último, también está disponible el uso de una Api Key de OpenAI para proyectos en los que pueda aportar valor.



Figure 2.1: Materiales básicos pro porcionados: Raspberry Pi 4 y Cámara.

# 3

## Requisitos y Tareas

### Hardware

- **Raspberry Pi:** es imprescindible el uso de la Raspberry Pi. En ella se alojará el sistema diseñado.
- **Cámara:** es imprescindible el uso de la cámara como entrada de datos del sistema.

### Software

- **Calibración:** es imprescindible implementar la calibración de la cámara utilizando un patrón que diseñéis vosotros, así como un método de calibración de implementación propia. En el informe se deberán incluir los valores resultantes de la calibración, incluido el RMS.
- **Detección de patrones:** Se deberá implementar un módulo capaz de diferenciar patrones sencillos a través de procesado de imagen: líneas negras sobre fondo blanco, círculos, etc. Se valorará el método de detección de estos patrones, así como el diseño de los mismos.
- **Extracción de información:** se debe implementar un decodificador que memorice hasta 4 patrones consecutivos y garantice o bloquee el paso al siguiente bloque en función de si estos patrones están en el orden correcto o no. El alumno deberá implementar para ello una lógica que permita memorizar esta secuencia y resetear u olvidarla cuando se necesite.
- **Tracker:** al introducir la secuencia de patrones correcta, se ejecutará el tracker que deberá mostrar por pantalla una bounding box alrededor de la zona de interés que aparezca en la imagen y seguirla mientras se mueve. La explicación del algoritmo de la detección y su monitorización deberá incluirse en el informe final del proyecto.
- **Módulos mínimos:** Salida de vídeo, calibración, detección de al menos un tipo de patrón, decodificador de secuencia y tracker.
- **Cualquier propuesta adicional al planteamiento inicial del proyecto se valorará positivamente:** nuevos módulos, distintos modos de funcionamiento, etc.
- **Real time:** se valorará positivamente también que el código esté optimizado. Es fundamental que tengáis esto en mente. De nada sirve un algoritmo de detección de patrones si luego no funciona a una tasa de refresco lo suficientemente rápida como para que sea útil. Esto también permite que este proyecto se pueda integrar con otros, como puede ser en la asignatura de robots del segundo cuatrimestre.

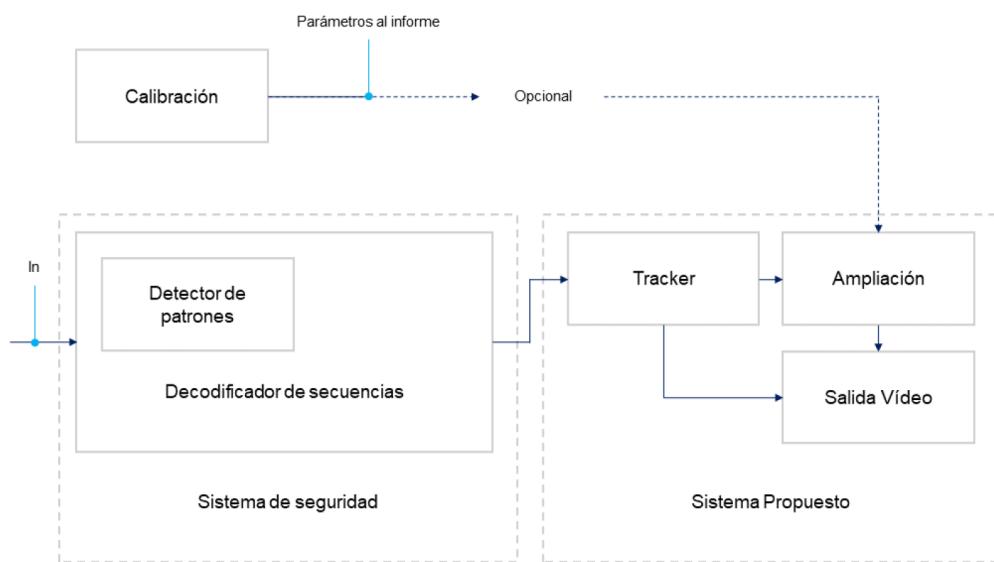
# 4

## Metodología

### Diagramas de bloques

- **Diagrama de bloques del sistema:** es imprescindible presentar en el informe un diagrama de bloques que explique la arquitectura del sistema implementado.
- **Diagrama de bloques de la imagen:** en casos donde el diagrama de bloques del sistema deba abstraerse demasiado para la comprensión del proyecto, será necesario realizar un diagrama de bloques particular para la imagen donde se muestre cómo se procesa.

La Figura 4.1 muestra un resumen de los módulos de software y pueden ayudarle a esbozar sistema (y diagramas).



**Figure 4.1:** Sistema con módulos mínimos. En el módulo calibración se deberá implementar el método de calibración y el de corrección de la distorsión.

# 5

## Fechas y Entregables

### Fechas

- **Inicio del proyecto:** 15-19 de noviembre de 2024.
- **Aprobación de los contenidos del proyecto:** 22-26 de noviembre de 2024.
- **Entrega final del proyecto:** 10 de enero de 2025

### Entregables

- **Código en GitHub:** público con ReadMe completo y bien estructurado.
- **Informe:** 5 páginas máximo donde se incluya la Introducción (alcance del proyecto), Metodología (cómo se ejecuta), Resultados y Futuros Desarrollos.
- **Infografía:** Vídeo en el que se hará una demo del proyecto y se explicará con el apoyo de un póster o ppt tipo brochure.

# 6

## Calificaciones

### Criterios

El proyecto final se calificará de acuerdo a los apartados de la Tablas 6.1 y 6.2. La nota final del proyecto se calculará según la 6.1.

$$\text{Calficación} = N \times F \quad (6.1)$$

Módulos	Valor	Resultado
Calibración	1.0	
Detector de patrones	2.0	
Extracción de información	2.0	
Tracker	2.0	
Salida de vídeo	1.0	
Tiempo real	1.0 (extra)	
Ampliaciones	2.0	
<b>Nota</b>	<b>11.0</b>	N

Table 6.1: Valoración de los apartados del proyecto final.

Factores	Peso	Resultado
Informe	0.50	
Repositorio	0.25	
Infografía	0.25	
<b>Factor</b>	<b>1.0</b>	F

Table 6.2: Factores .

# 7

## Primeros Pasos

### Hardware

Al comienzo de la sesión dispondrá de:

- **Raspberry Pi.**
- **Camera module 3 WIDE (120º FOV).**
- **Cable de alimentación a USB3.**
- **Cable HDMI to micro-HDMI (opcional)**

Realice el montaje según las indicaciones de su profesor. Todas las Rasspberry tienen flasheadas un sistema operativo compatible y con SSH activado. Aunque se recomienda el uso de un cable HDMI para facilitar el proceso, puede acceder a su Raspberry de múltiples formas:

Puede encontrar la IP address de su placa o su "host name" para conectarse, o bien por SSH (SSH host-name.local) o por VNC (connect to host-name). Para conectarse por SSH puede utilizar Putty. Para conectarte por VNC puede usar RealVNC. No es necesario usar un programa concreto para la conexión con la Raspberry, use el que mejor se adecúe a sus necesidades.

Previamente, deberá haber habilitado en las interfaces de tu Raspberry (sudo raspi-config):

- **Habilitar I2C**
- **Habilitar VNC**
- **Deshabilitar legacy camera**

Para comprobar que la cámara está conectada, al ejecutar: sudo vcgencmd get\_camera debería aparecer una cámara detectada y conectada. Para obtener vídeo de un modo fácil, ejecute libcamera-hello. Como alternativa puede recurrir a las funciones de OpenCV para lectura de vídeo.

### Sesión Inicial

En la primera sesión se espera que se aborden los siguientes puntos:

- **Montaje:** Conexión con la Raspberry. Acceso con escritorio remoto, SSH o mediante cable HDMI.
- **Conexión** de cámara y recepción de vídeo.
- **Repositorio del proyecto.** Primer commit con el código de lectura de vídeo desde la cámara. Recuerde que se debe crear un ReadMe con la descripción del proyecto. Deberá hacer el proyecto público y compartir el enlace al mismo con el profesor.
- **Planteamiento y diseño del proyecto.** Recuerde que antes de implementar su proyecto, debe contar con la aprobación del profesor.