

Laboratorio

Proyecto Final

Visión por Ordenador I
Ingeniería Matemática



Laboratorio

Proyecto Final

Profesor:

Erik Velasco
Lionel Güitta
Daniel Pinilla
Luis Arias
Rodrigo Sánchez
Ignacio de Rodrigo

Email

evelasco@icai.comillas.edu
lglopez@icai.comillas.edu
dpinilla@icai.comillas.edu
learias@icai.comillas.edu
rsmolina@icai.comillas.edu
iderodrigo@comillas.edu

Cover: The bright Sun dissects the airglow above Earth's horizon in this view photographed with a digital still camera from during the STS-107 mission.



COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

Contents

1	Proyecto Final: Introducción	1
2	Materiales	2
	Hardware	2
3	Requisitos y Tareas	3
	Hardware	3
	Software	3
4	Metodología	4
	Diagramas de bloques	4
5	Fechas y Entregables	5
	Fechas	5
	Entregables	5
6	Calificaciones	6
	Criterios	6
7	Primeros Pasos	7
	Hardware	7
	Sesión Inicial	8

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 sistema deberá estar compuesto de al menos dos bloques: un bloque de seguridad (en el que una persona usuaria del sistema debe identificarse mediante la decodificación de patrones visuales) y un segundo bloque cuyo campo de aplicación es libre (medicina, deportes, fotografía...). Se les 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 portfolio. 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: Raspberry Pi y cámara (Figura 2.1). Ambos componentes se entregarán durante la primera sesión dedicada al proyecto final. El uso tanto de la Raspberry Pi como de la cámara 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 utilizar 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 proporcionados: Raspberry Pi 4 y Cámara.

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 de calibración. En el informe se deberán incluir los valores resultantes de la calibración, incluido el RMS. Puede reutilizar todo lo que crea conveniente de la Práctica 1 (calibración de cámara). La calibración debe realizarse *offline*, es decir, antes de ejecutar el sistema. Puede reutilizar los valores de este módulo para incluir ArUcos en el sistema que proponga.
- **Sistema de Seguridad.**
 - **Detección de patrones:** Se deberá implementar un módulo capaz de diferenciar patrones sencillos a través de procesamiento 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. Se deberá implementar para ello una lógica que permita memorizar esta secuencia y resetear u olvidarla cuando se necesite.
- **Sistema Propuesto.** Es de aplicación libre (medicina, deportes, fotografía...)
 - **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.
 - **Cualquier propuesta adicional al planteamiento inicial del proyecto se valorará positivamente:** nuevos módulos, distintos modos de funcionamiento, etc.

Los módulos mínimos que se evaluarán son: Salida de vídeo, calibración, detección de al menos un tipo de patrón, decodificador de secuencia y tracker. Además, se valorará positivamente también que el código esté optimizado, que la tasa de refresco no se vea comprometida y que la aplicación se ejecute en tiempo real.

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.
- **Secuencia de transformación de la imagen:** será necesario realizar una secuencia en la que se muestren todas las transformaciones de la imagen (obtención de la imagen, transformaciones a diferentes espacios de color, máscaras, etc.).

La Figura 4.1 muestra un resumen de los módulos de software que puede ayudarle a concebir su sistema.

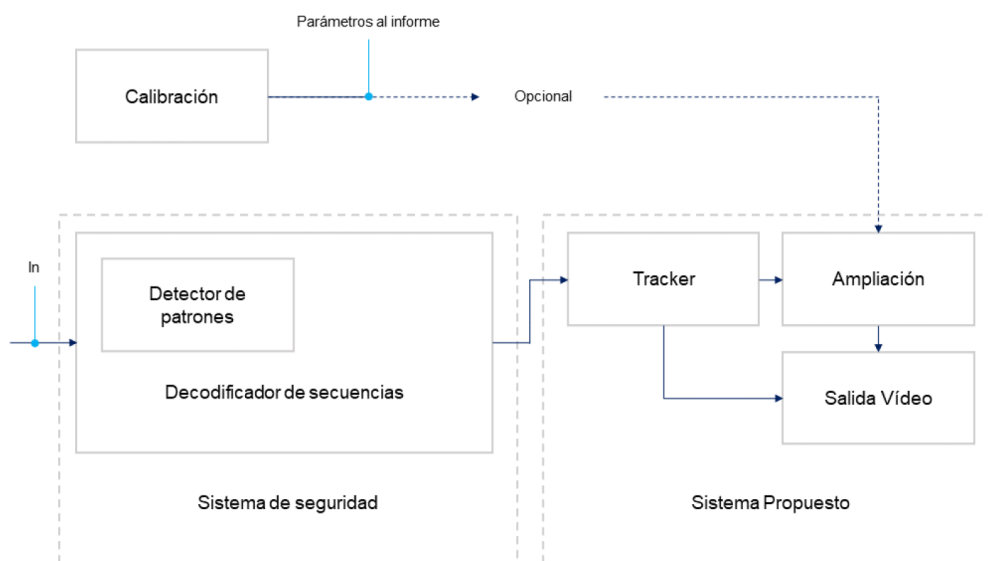


Figure 4.1: Sistema con módulos mínimos. En el módulo calibración se deberá implementar el método de calibración y el de corrección de la distorsión.

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.
- **Vídeo:** en el que se hará una demo del proyecto y se explicará con el apoyo de un póster o PPT tipo brochure. El vídeo debe incrustar en sus frames la tasa de refresco a la que se ejecuta el sistema (FPS).
- **Informe:** de máximo 5 páginas, donde se incluyan los siguientes puntos:
 - **Introducción:** alcance del proyecto.
 - **Metodología:** cómo se ejecuta:
 - * Calibración de la cámara.
 - * Diagrama de bloques del sistema.
 - * Secuencia de transformación de la imagen.
 - * Sistema de seguridad: Detección de patrones y Extracción de información.
 - * Sistema propuesto: tracker, ampliaciones y salida de vídeo.
 - **Resultados**
 - **Futuros Desarrollos**

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 Fórmula 6.1.

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

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	
Nota	11.0	N

Table 6.1: Valoración de los apartados del proyecto final.

Factores	Peso	Resultado
Informe	0.50	
Repositorio	0.25	
Vídeo	0.25	
Factor	1.0	F

Table 6.2: Factores .

Primeros Pasos

Hardware

Al comienzo de la sesión dispondrá de:

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

Realice el montaje según las indicaciones de su profesor. Todas las Raspberry 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. Regístrese con las credenciales de la Tabla 7.1:

Campo	Valor
Usuario	pi
Contraseña	imat@ICAI2024
IP (Comillas)	10.120.107.<número>
Nombre del equipo (hostname) en Comillas	imat-rpi-<xyz>.rpi-deac.alumnos.upcont.es
Nombre del equipo en otra red	imat-rpi-<xyz>

Table 7.1: Credenciales para iniciar sesión en la Raspberry Pi. Tenga en cuenta que <número> es el código de la placa que le han dado (por ejemplo 42), mientras que código <xyz> es el mismo número precedido por 0 (por ejemplo 042).

Para comprobar que la cámara está conectada, ejecute el archivo que encontrará en la carpeta del proyecto final: `test.py`. Como resultado, si se ha conectado directamente a un monitor, o si lo ha hecho con escritorio remoto, debería ver el vídeo captado por la cámara en tiempo real.

Si trabaja de manera cómoda implementando el código directamente en la Raspberry, puede optar por instalar Visual Studio Code desde el terminal de su Raspberry. Esta es una buena opción, puesto que podrá integrar el soporte Git de VSCode directamente. Utilice los siguientes comandos:

```
sudo apt-get update
sudo apt-get install code
```

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.