

# Visión por Ordenador

Paper Proyecto Final.

Ingeniería Matemática 3ºB



# Visión por Ordenador

Paper Proyecto Final.

Ingeniería Matemática 3ºB

realizado por

Ignacio Queipo de Llano Pérez Gascón

Beltrán Sánchez Careaga

Profesor:	Erik Velasco
Duración de Proyecto:	11, 2024 - 1, 2025
Facultad:	Universidad Pontificia de Comillas



**COMILLAS**  
UNIVERSIDAD PONTIFICIA

**ICAI**

# Contents

<b>1</b>	<b>Introducción, alcance del proyecto.</b>	<b>1</b>
1.1	Descripción General . . . . .	1
1.2	Principales Componentes del Proyecto: . . . . .	1
1.2.1	Calibración de Cámara: . . . . .	1
1.2.2	Detección y Seguimiento de Patrones: . . . . .	1
1.2.3	Reconocimiento de Formas Geométricas: . . . . .	2
1.2.4	Validación de Secuencias: . . . . .	2
1.2.5	Progresión por Niveles: . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Metodología.</b>	<b>3</b>
2.1	Calibración de la Cámara . . . . .	3
2.2	Diagrama de Bloques del Sistema . . . . .	3
2.3	Secuencia de Transformación de Imagen . . . . .	4
2.4	Sistema de Seguridad . . . . .	4
2.4.1	Detección de Contraseñas . . . . .	4
2.5	Diagrama de Bloques: . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Resultados.</b>	<b>6</b>
3.1	Funcionalidades Principales . . . . .	6
3.1.1	Detección precisa de contraseñas gestuales: . . . . .	6
3.1.2	Seguimiento de secuencias de formas: . . . . .	6
3.1.3	Sistema de vidas: . . . . .	6
3.1.4	Gestor de niveles: . . . . .	6
3.1.5	Visualización en tiempo real: . . . . .	6
3.2	Logros Destacados: . . . . .	6
3.3	Conclusión . . . . .	7
<b>4</b>	<b>Futuros Desarrollos.</b>	<b>8</b>
4.1	Asistente de corrección técnica: . . . . .	8
4.2	Educación infantil interactiva: . . . . .	8
4.3	Herramienta de aprendizaje de idiomas: . . . . .	8
4.4	Aplicaciones en fisioterapia y rehabilitación: . . . . .	8

# Introducción, alcance del proyecto.

Este proyecto desarrolla una versión del juego clásico "Simon Dice," utilizando un enfoque innovador basado en reconocimiento visual y procesamiento de imágenes. La propuesta combina elementos de calibración de cámaras, detección de patrones y análisis de figuras geométricas para ofrecer una experiencia interactiva y dinámica.

## 1.1. Descripción General

El sistema utiliza la cámara del dispositivo para capturar y analizar las acciones del usuario en tiempo real. A lo largo del juego, se generan secuencias aleatorias de figuras geométricas para cada nivel. El jugador debe reproducir estas secuencias utilizando gestos, los cuales son detectados y evaluados por el sistema.

## 1.2. Principales Componentes del Proyecto:

### 1.2.1. Calibración de Cámara:

Se lleva a cabo un proceso inicial de calibración para garantizar una captura precisa y sin distorsión de las imágenes. Esto permite mejorar la fiabilidad de los resultados en etapas posteriores de detección. Se han utilizado patrones de tablero de ajedrez para calcular las esquinas y con ello poder obtener los parámetros intrínsecos de la cámara. Podemos observar en la figura el RMSE a medida que se añaden imágenes a la calibración.



Figure 1.1: Imagen de calibración con corners.

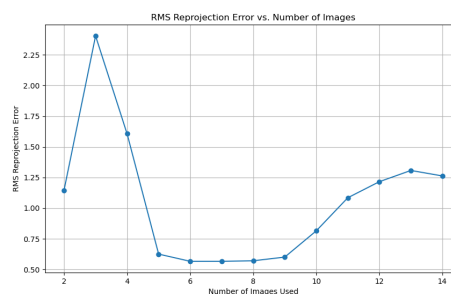


Figure 1.2: Root Mean Square Error en función del número de imágenes.

### 1.2.2. Detección y Seguimiento de Patrones:

Mediante algoritmos avanzados de visión por ordenador, como el uso de técnicas basadas en MediaPipe, se identifican y rastrean los movimientos de las manos y otros gestos del jugador.

**1.2.3. Reconocimiento de Formas Geométricas:**

Las trayectorias generadas por los movimientos del usuario son procesadas para identificar figuras geométricas. Esto incluye la creación de máscaras y la detección de contornos, asegurando que el sistema reconozca con precisión las formas reproducidas.

**1.2.4. Validación de Secuencias:**

El sistema compara las figuras detectadas con las secuencias aleatorias generadas previamente, validando si el jugador ha completado correctamente el nivel.

**1.2.5. Progresión por Niveles:**

A medida que el usuario avanza, las secuencias se vuelven más complejas, aumentando así la dificultad del juego.

# 2

## Metodología.

### 2.1. Calibración de la Cámara

La calibración de la cámara es una etapa esencial para garantizar la precisión del sistema de detección de patrones y reconocimiento de formas. Este proceso se realiza utilizando técnicas estándar de calibración, como la detección de tableros de ajedrez o patrones circulares, que permiten determinar los parámetros intrínsecos y extrínsecos de la cámara. Los parámetros calculados corrigen distorsiones y aseguran una representación fiel de las figuras capturadas durante el juego.

### 2.2. Diagrama de Bloques del Sistema

El sistema propuesto consta de los siguientes bloques principales:

1. **Calibración de Cámara:** Ajuste inicial para corregir distorsiones ópticas y asegurar imágenes precisas.
2. **Captura de Imágenes:** Obtención de cuadros en tiempo real mediante la cámara del dispositivo.
3. **Procesamiento de Imágenes:** Transformación de las imágenes capturadas en información útil para la detección de formas y patrones.
4. **Reconocimiento de Formas:** Identificación de figuras geométricas basadas en las trayectorias generadas por los gestos del usuario.

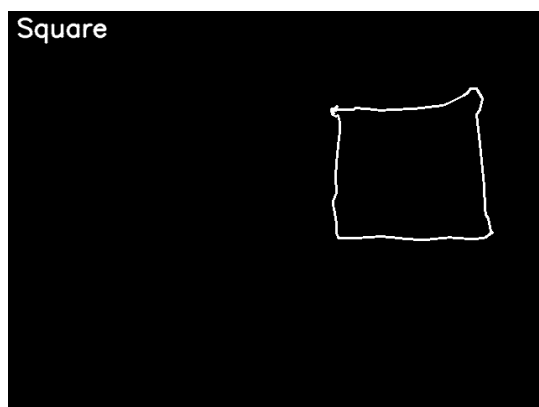


Figure 2.1: Detección correcta de un Cuadrado.

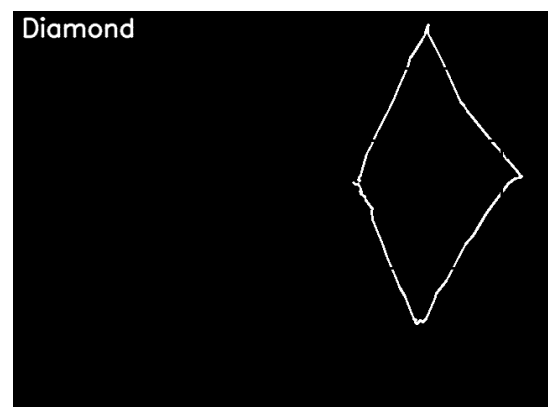


Figure 2.2: Detección correcta de un Rombo.

5. **Validación de Secuencias:** Comparación de las formas detectadas con las secuencias generadas para evaluar el desempeño del usuario.

6. **Interfaz de Usuario:** Visualización en tiempo real del estado del juego y retroalimentación al jugador.

## 2.3. Secuencia de Transformación de Imagen

El sistema sigue una serie de pasos para transformar las imágenes capturadas en datos procesables:

1. **Captura del Frame:** Obtención de imágenes en tiempo real desde la cámara.
2. **Conversión de Espacio de Color:** Transformación de BGR a RGB para compatibilidad con herramientas como MediaPipe.
3. **Filtrado y Segmentación:** Aplicación de máscaras para resaltar regiones de interés, como trayectorias dibujadas.
4. **Detección de Contornos:** Identificación de bordes y formas geométricas en las imágenes procesadas.
5. **Reconocimiento de Figuras:** Clasificación de las figuras detectadas con base en características como el número de lados y simetría.

## 2.4. Sistema de Seguridad

Para garantizar la integridad del sistema y prevenir errores en la detección, se ha implementado un mecanismo de seguridad.

```
Comparando con BSC: 140 buenas coincidencias  
¡Bienvenido a FingerFun BELTRÁN SÁNCHEZ!  
Comparando con BSC: 38 buenas coincidencias  
Comparando con EVS: 43 buenas coincidencias  
Comparando con IQL: 70 buenas coincidencias  
¡Bienvenido a FingerFun IGNACIO QUEIPO!  
Comparando con BSC: 84 buenas coincidencias  
Comparando con EVS: 135 buenas coincidencias  
¡Bienvenido a FingerFun ERIK VELASCO!  
Comparando con BSC: 34 buenas coincidencias  
Comparando con EVS: 44 buenas coincidencias  
Comparando con IQL: 29 buenas coincidencias  
Contraseña incorrecta.
```

Figure 2.3: Detección de posibles contraseñas.

**BSC**

Figure 2.4: Contraseña ejemplo.

### 2.4.1. Detección de Contraseñas

Se utiliza un modelo de detección de contraseñas en el cual se tiene una base de datos donde se guardan las contraseñas válidas. El usuario intenta desbloquear de forma intuitiva el juego mostrando dicha contraseña a la cámara, la cual reconoce los patrones y deniega accesos no deseados.

2.5. Diagrama de Bloques:

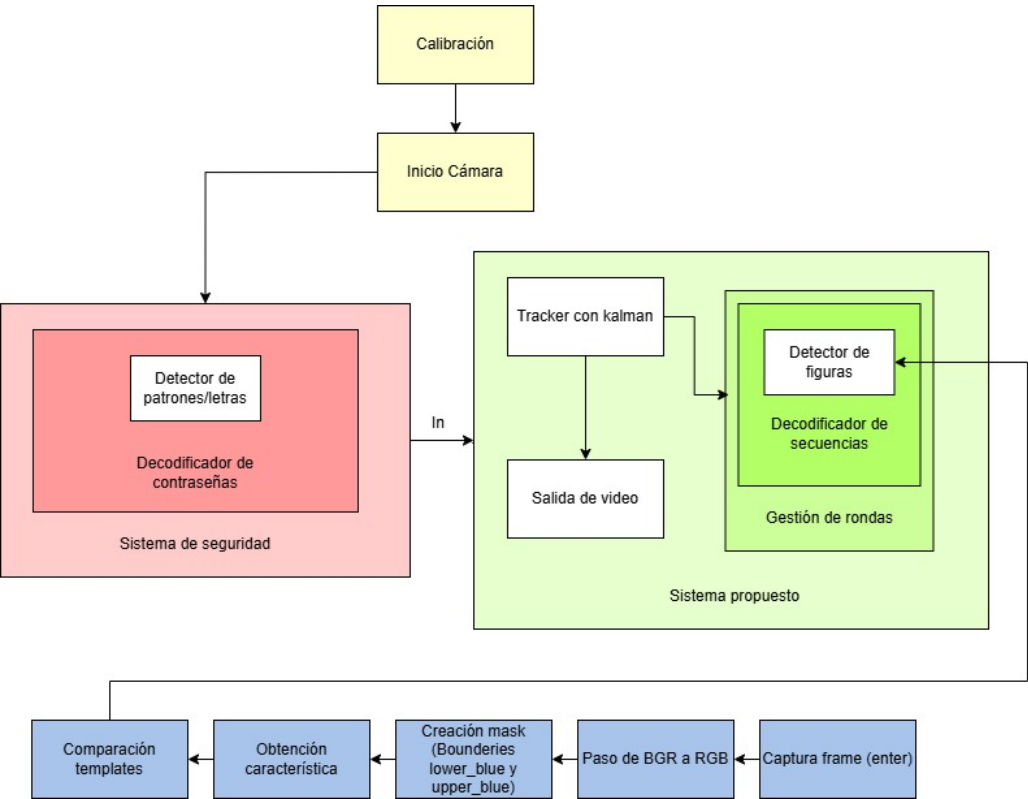


Figure 2.5: Resumen de los módulos de software.



# 3

## Resultados.

Las siguientes son las principales funcionalidades y logros alcanzados durante el desarrollo del proyecto:

### 3.1. Funcionalidades Principales

#### 3.1.1. Detección precisa de contraseñas gestuales:

El sistema permite reconocer contraseñas basadas en gestos mediante comparación con plantillas predefinidas, garantizando un nivel de seguridad óptimo.

La detección incluye retroalimentación inmediata para indicar si la contraseña es correcta o no, habilitando o bloqueando el acceso al sistema según corresponda.

#### 3.1.2. Seguimiento de secuencias de formas:

FingerFun genera secuencias aleatorias de figuras geométricas que los usuarios deben reproducir en orden correcto.

La reproducción exitosa de la secuencia permite al jugador avanzar al siguiente nivel, aumentando la dificultad progresivamente.

#### 3.1.3. Sistema de vidas:

Cada error en la reproducción de las secuencias reduce el número de vidas del usuario.

Al perder todas las vidas, el juego finaliza, proporcionando una experiencia desafiante y entretenida.

#### 3.1.4. Gestor de niveles:

La estructura del juego está dividida en niveles. Cada nivel introduce una nueva combinación de formas, aumentando la complejidad del reto.

#### 3.1.5. Visualización en tiempo real:

La trayectoria de los gestos se muestra en pantalla, permitiendo al usuario ver en tiempo real su interacción con el sistema.

Esta funcionalidad mejora la comprensión del usuario sobre su desempeño y facilita la corrección de errores.

### 3.2. Logros Destacados:

**Integración de tecnologías avanzadas:** Utiliza algoritmos de visión por ordenador (MediaPipe y OpenCV) y métodos de predicción (como filtros de Kalman) para ofrecer una experiencia precisa y fluida.

**Interfaz intuitiva:** Diseñada para ser accesible incluso para usuarios sin experiencia técnica, ofre-

ciendo retroalimentación visual clara.

**Impacto educativo y de entretenimiento:** Combinando desafíos cognitivos con elementos de juego, FingerFun es una herramienta ideal tanto para el entretenimiento como para el aprendizaje.

### 3.3. Conclusión

FingerFun ha cumplido con creces los objetivos iniciales del proyecto, destacándose como un algoritmo versátil para el reconocimiento de gestos y validación de contraseñas.

# 4

## Futuros Desarrollos.

El sistema FingerFun posee un gran potencial gracias a su diseño modular y su capacidad para reconocer y procesar gestos de manera precisa y eficiente. A continuación, se enumeran algunas ideas para futuros desarrollos que podrían potenciar sus capacidades:

### **4.1. Asistente de corrección técnica:**

Integrar un módulo de aprendizaje automático entrenado con imágenes de profesionales realizando acciones específicas (como movimientos deportivos o ejercicios de rehabilitación). Este módulo podría analizar la técnica del usuario y proporcionar retroalimentación en tiempo real para corregir errores y mejorar el rendimiento.

### **4.2. Educación infantil interactiva:**

Desarrollar un sistema que permita a los niños aprender el abecedario y practicar la escritura de letras mediante gestos realizados con sus manos. Este enfoque lúdico podría incentivar el aprendizaje al combinar tecnología y juego.

### **4.3. Herramienta de aprendizaje de idiomas:**

Incorporar gestos para enseñar la escritura y pronunciación de caracteres en diferentes idiomas (como chino, japonés o árabe), ofreciendo una experiencia inmersiva para los usuarios.

### **4.4. Aplicaciones en fisioterapia y rehabilitación:**

Implementar un módulo que evalúe la precisión de movimientos durante terapias de rehabilitación física, ayudando tanto a terapeutas como a pacientes a medir su progreso.