



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Sistema de Control con Realimentación Visual, para Dotar de Autonomía a un Sistema Mecánico que Emule un Jugador de Hockey de Aire.

*Alumnos: Mauricio Javier Mena Fonseca
Cristian Mauricio Ruiz Osorio*

Director: Ing. Víctor H. Andaluz Ortiz PhD.

Departamento de Eléctrica y Electrónica, Carrera de Ingeniería Electrónica e Instrumentación.



CONGRESO



AR4MET

2017 3rd Advanced Research in Material Sciences, Manufacturing, Mechanical and Mechatronic Engineering Technology International Conference

7 - 9 November 2017 | Melaka, Malaysia



ESPE
ESCUOLA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

Contenido

- Formulación del Problema
- Objetivos
- Construcción
- Procesamiento de Imágenes
- Modelación
- Control
- Resultados
- Conclusiones



Formulación del Problema



Contenido

- Formulación del Problema
- Objetivos
- Construcción
- Procesamiento de Imágenes
- Modelación
- Control
- Resultados
- Conclusiones



Objetivos

Objetivo General

- Implementar un sistema de control con realimentación visual, para dotar de autonomía a un sistema mecánico que emule un jugador de hockey de aire



Objetivos Específicos

- Investigar acerca del software y algoritmos de visión artificial avanzados para reconocimiento de objetos.
- Construir una mesa de hockey de aire e incorporar la electrónica-instrumentación necesaria a fin de que se implementen algoritmos de control avanzado para el oponente autónomo.
- Proponer un algoritmo de control basado en realimentación visual que permita incorporar en tiempo real estrategias autónomas de ataque y defensa.
- Realizar las pruebas necesarias para evaluar, en tiempo real, el desempeño de la mesa de hockey de aire y del oponente dentro del juego.

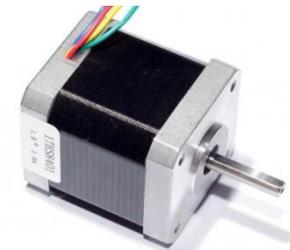
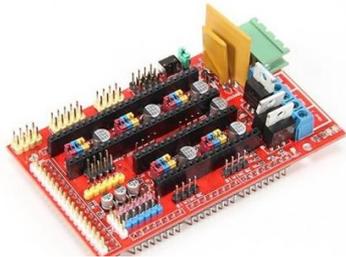
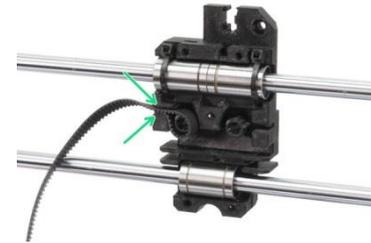
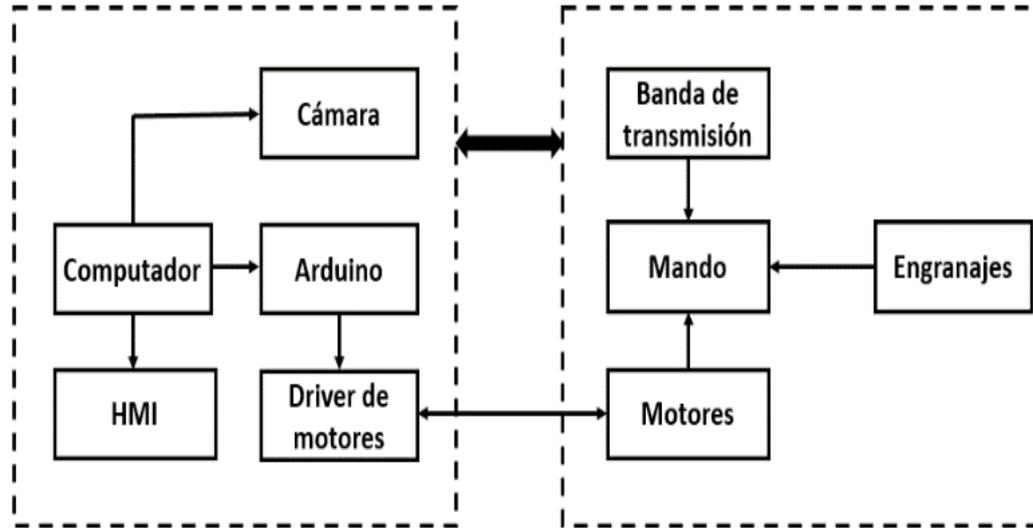


Contenido

- Formulación del Problema
- Objetivos
- Construcción
- Procesamiento de Imágenes
- Modelación
- Control
- Resultados
- Conclusiones



Construcción



Interacción Electrónica

Interacción Mecánica

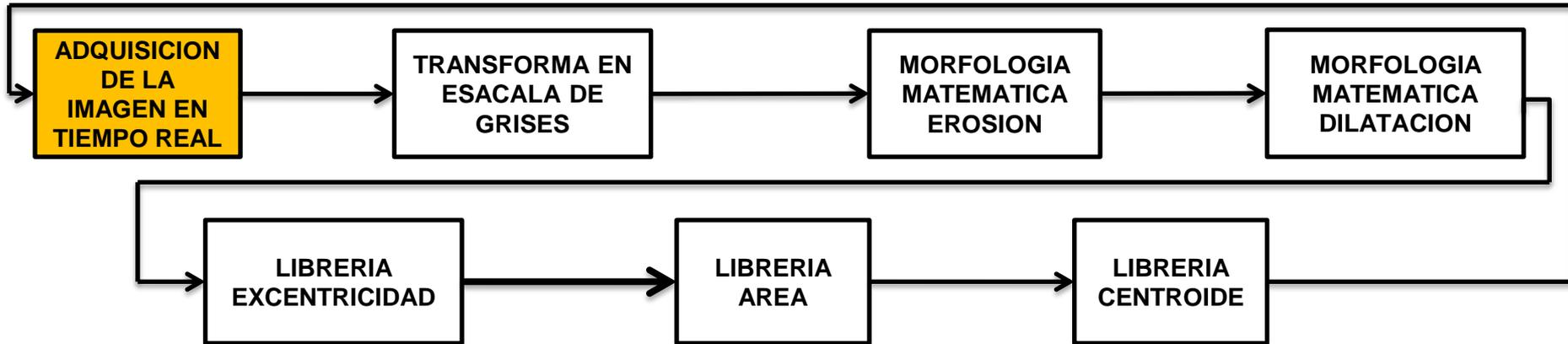


Contenido

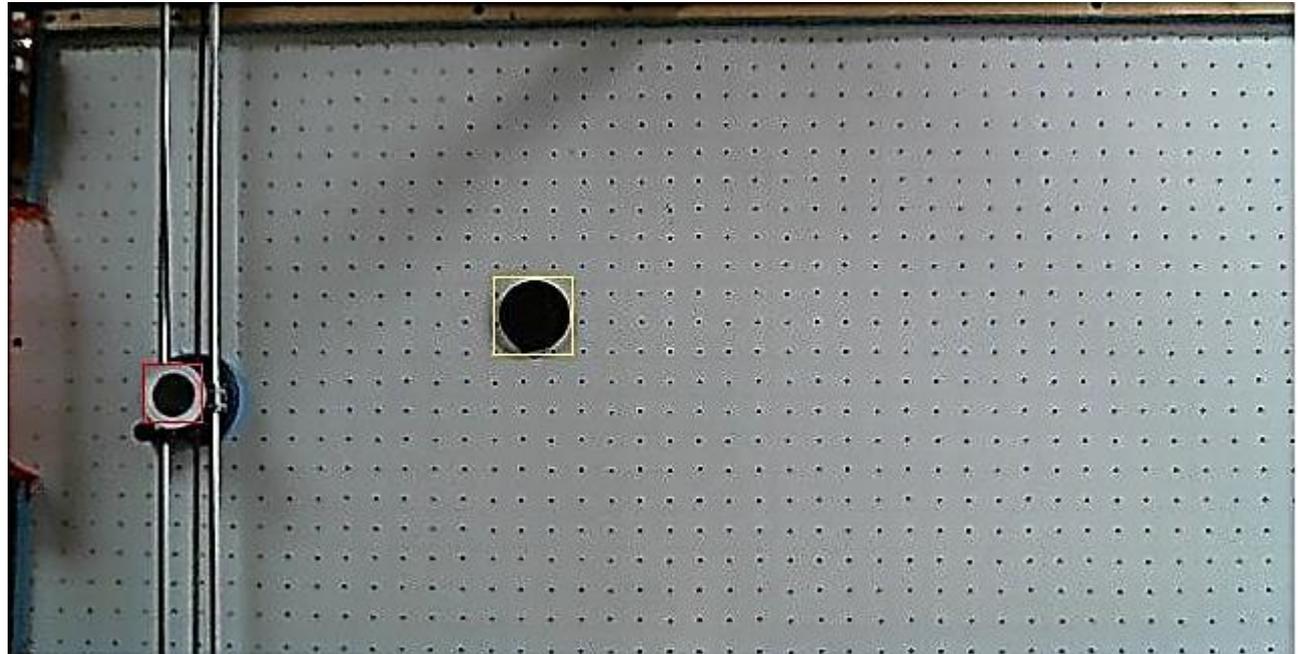
- Formulación del Problema
- Objetivos
- Construcción
- Procesamiento de Imágenes
- Modelación
- Control
- Resultados
- Conclusiones



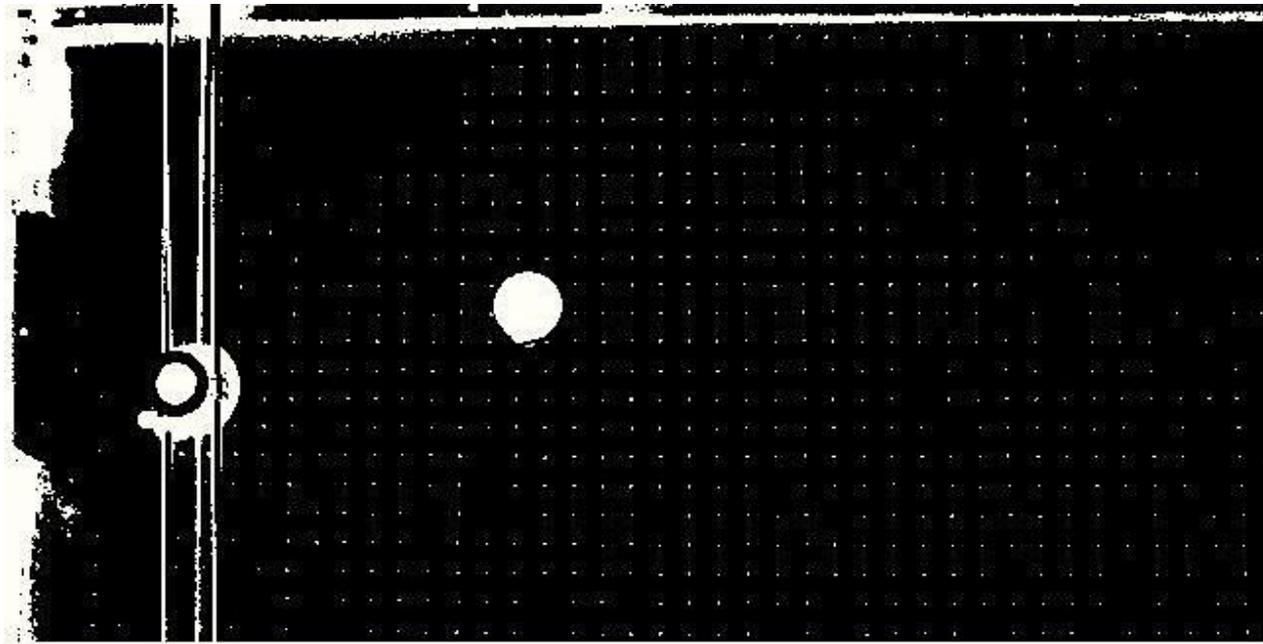
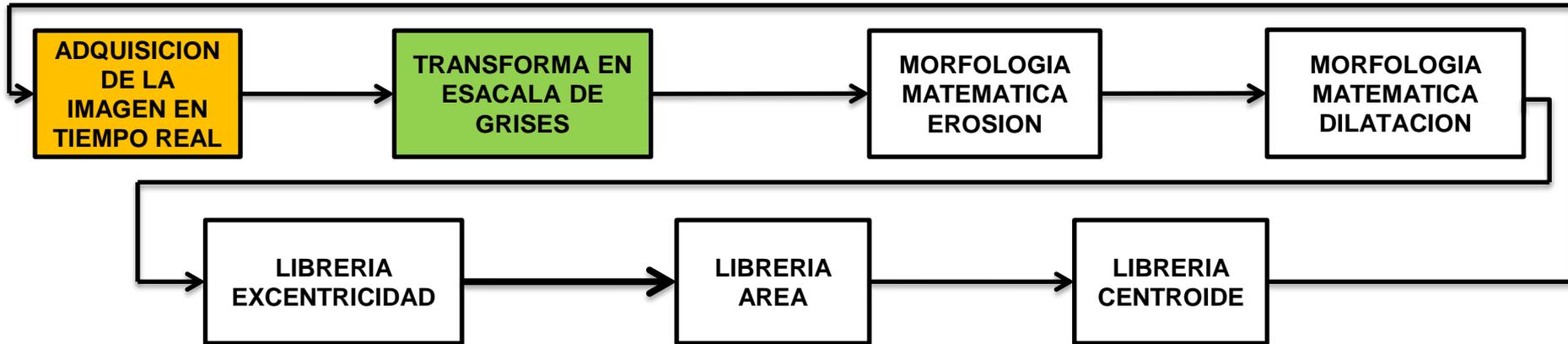
Adquisición



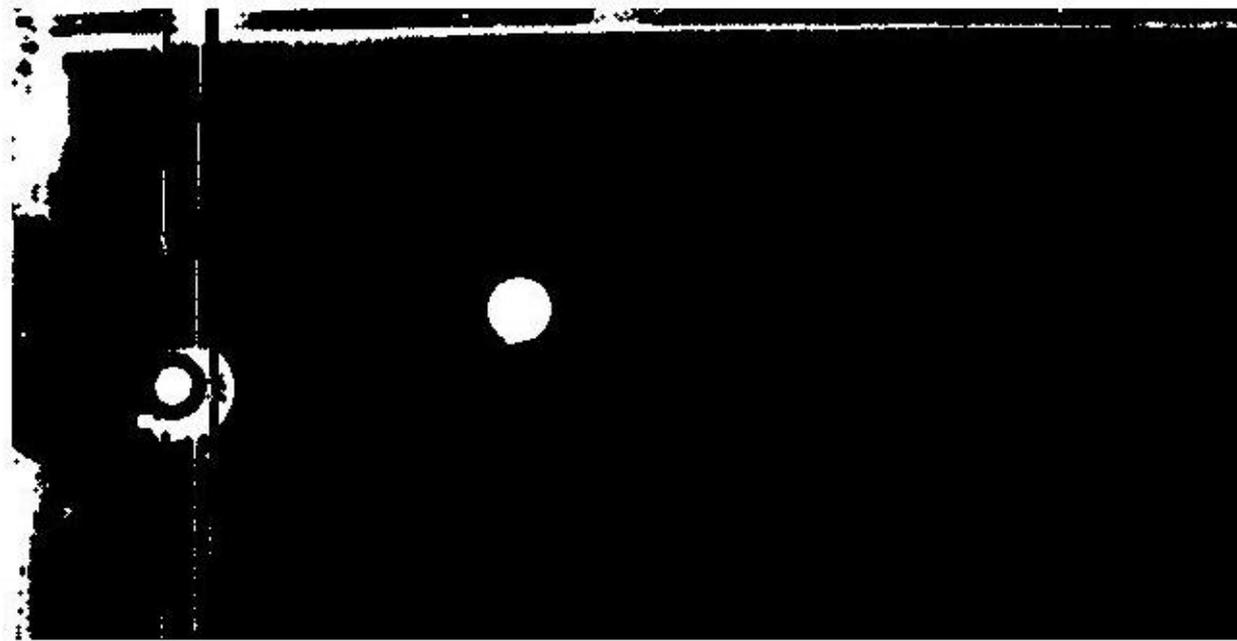
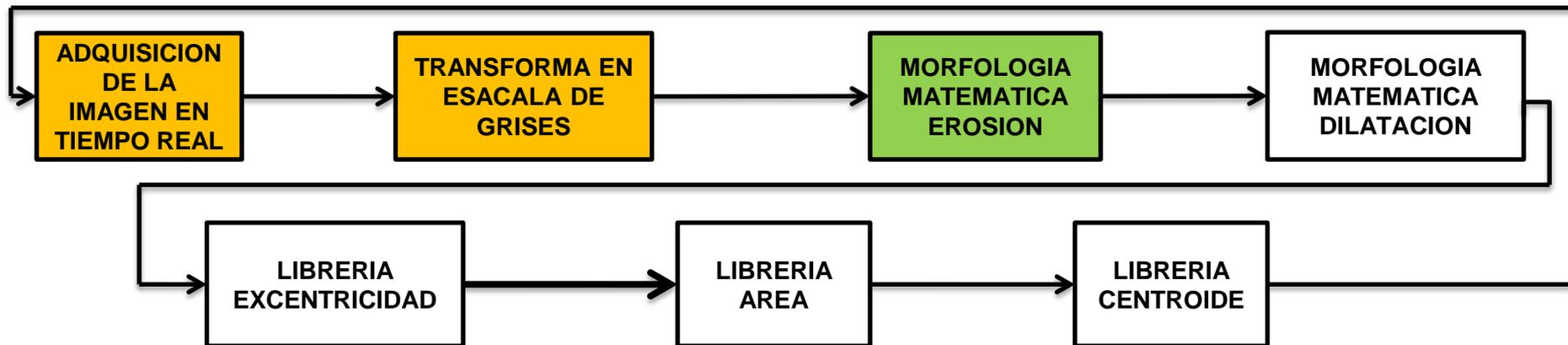
Logitech HD Pro Webcam C920



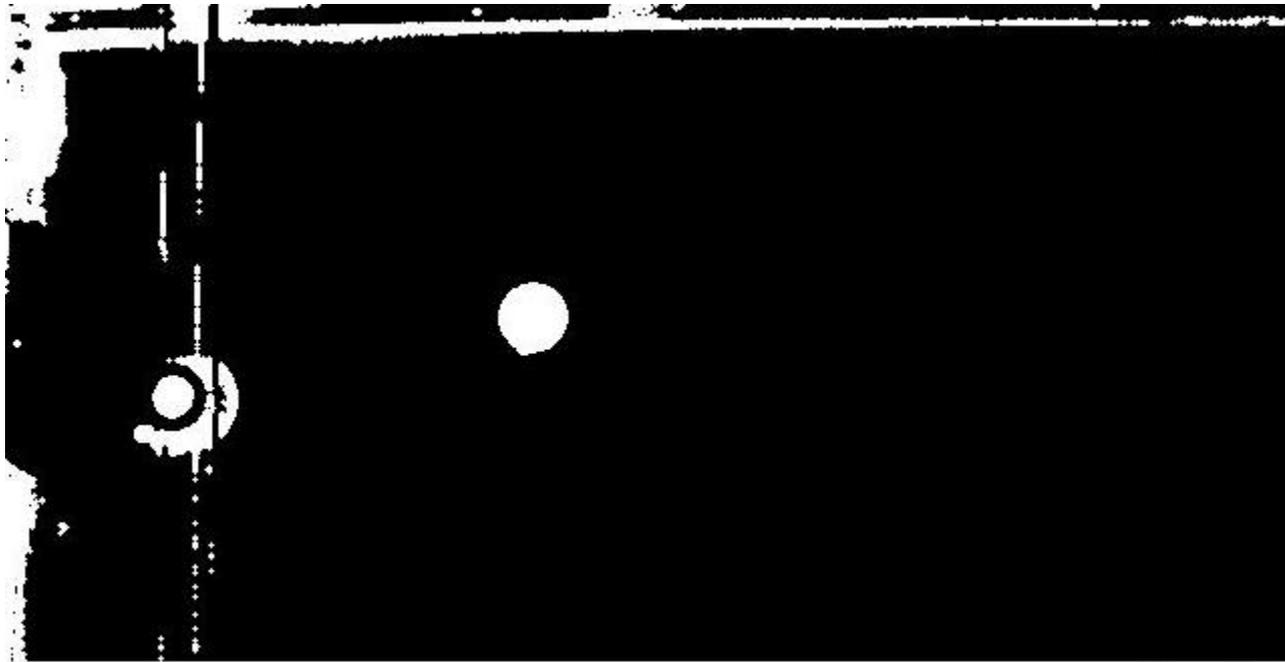
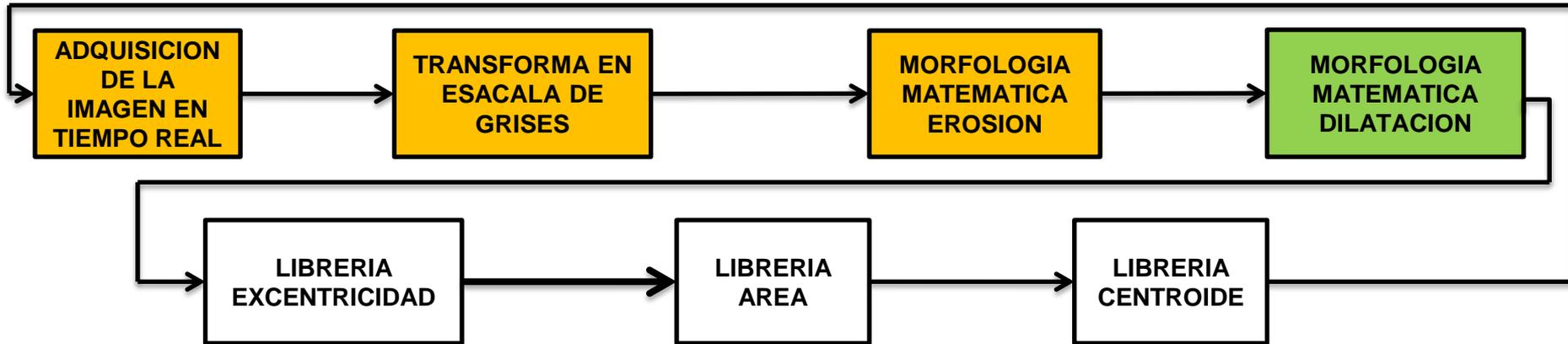
Escala de Grises



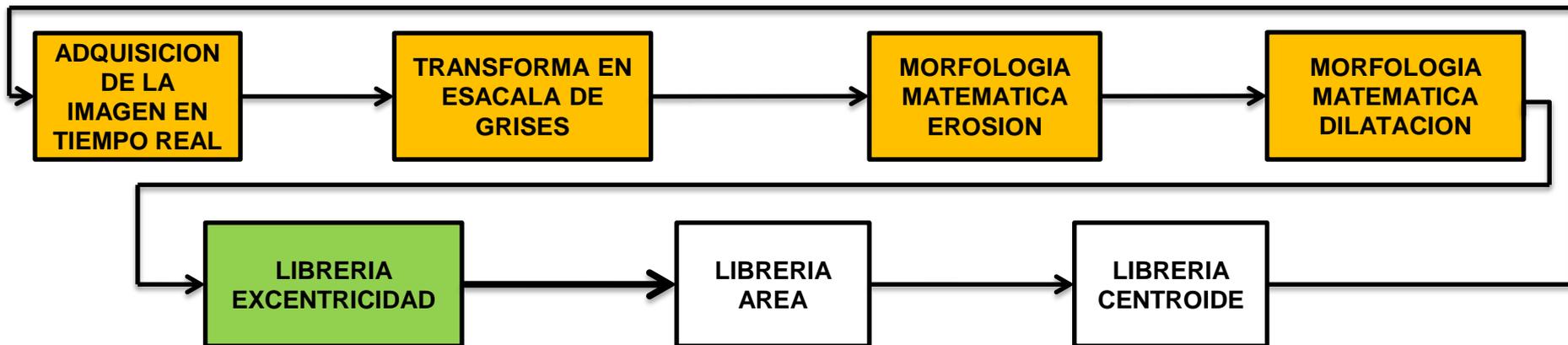
Morfología Matemática Erosión



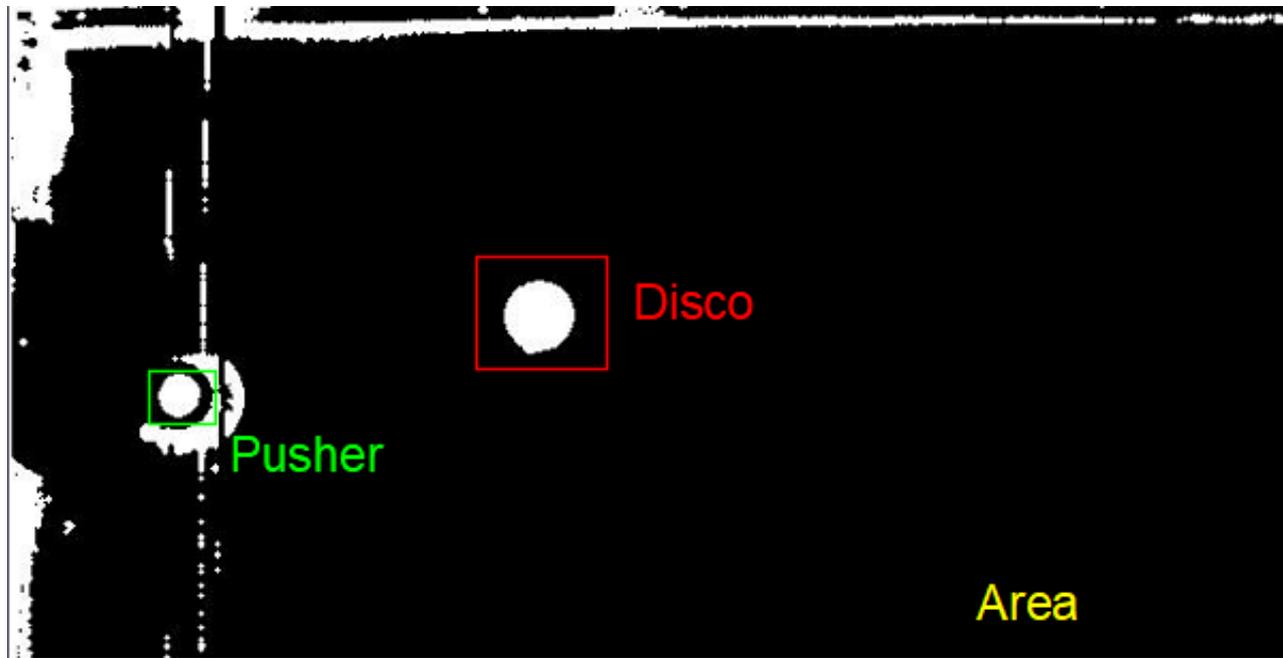
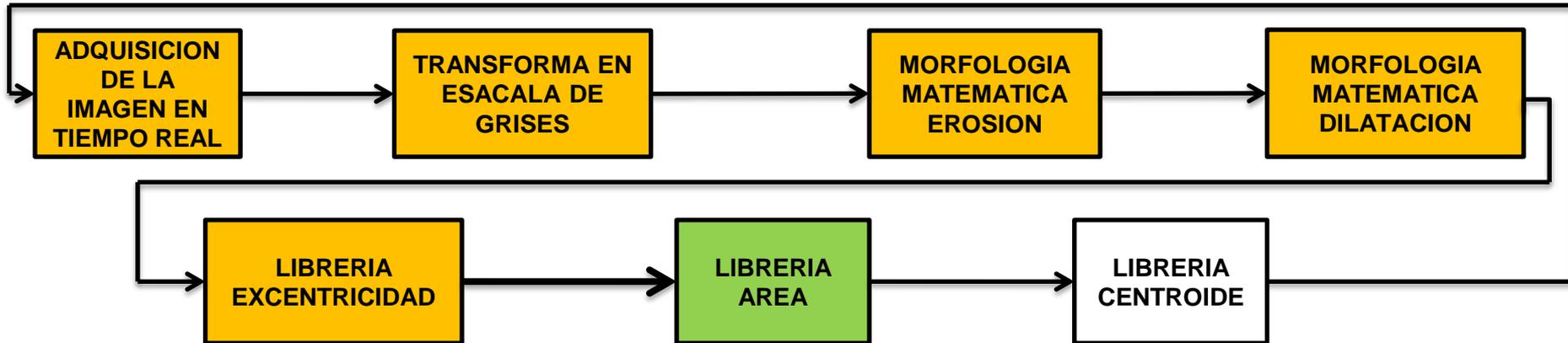
Morfología Matemática Dilatación



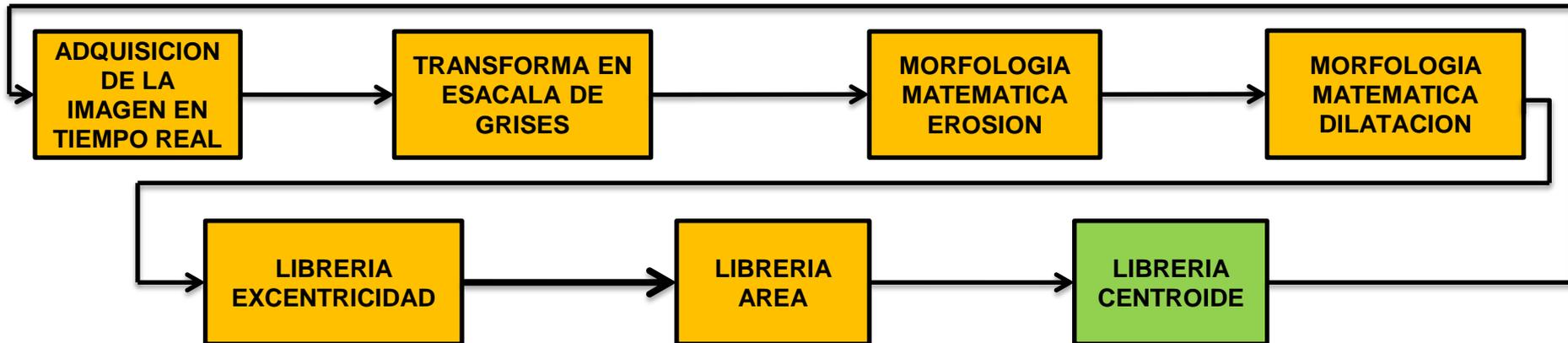
Característica de Imagen



Discriminación de Regiones



Discriminación de Regiones

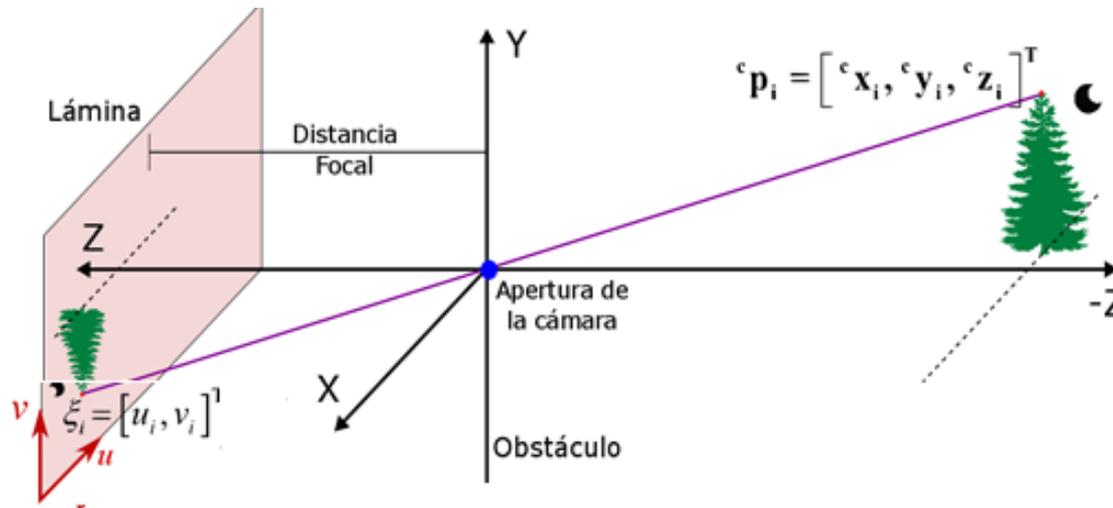


Contenido

- Formulación del Problema
- Objetivos
- Construcción
- Procesamiento de Imágenes
- Modelación
- Control
- Resultados
- Conclusiones



Modelo de Pinhole



$${}^c p_i = [{}^c x_i, {}^c y_i, {}^c z_i]^T$$

$$\xi_i = (u, v)$$

De donde:

$$u_i = -\frac{f_c ({}^c x_i)}{{}^c z_i}, v_i = -\frac{f_c ({}^c y_i)}{{}^c z_i}$$

f_c = distancia focal (constante)

z = altura (constante)

Derivando se obtiene la velocidad:

$$\dot{u}_i(t) = -\frac{f_c (\dot{{}^c x}_i(t))}{{}^c z_i}, \dot{v}_i(t) = -\frac{f_c (\dot{{}^c y}_i(t))}{{}^c z_i}$$

Despejando las variables de interés $\dot{{}^c x}_i$ y $\dot{{}^c y}_i$

$${}^c \dot{p}_i(t) = \begin{bmatrix} \dot{{}^c x}_i(t) \\ \dot{{}^c y}_i(t) \end{bmatrix} = -\frac{{}^c z_i}{f_c} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{u}_i(t) \\ \dot{v}_i(t) \end{bmatrix}$$



Modelo de Pinhole

De manera más abstracta se tiene:

$${}^c \mathbf{p}_i \dot{\boldsymbol{\zeta}}(t) = \mathbf{M} \dot{\boldsymbol{\xi}}(t)$$

Donde:

$$\mathbf{M} = -\frac{{}^c z_i}{f_c} \mathbf{I}_{2 \times 2}$$

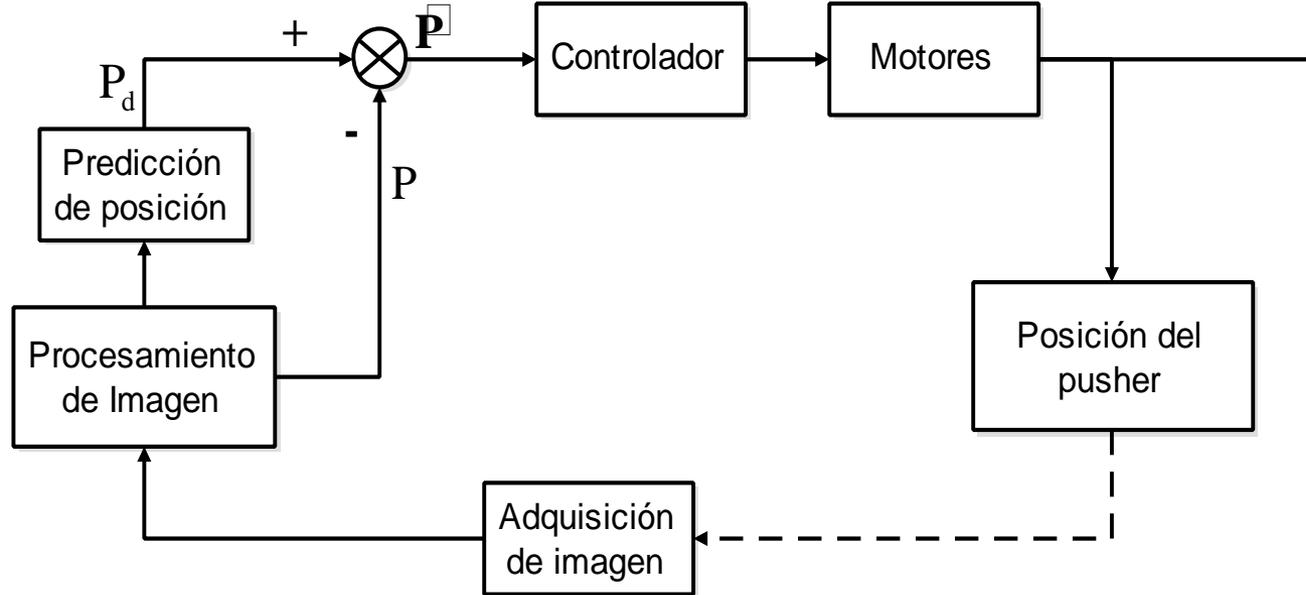


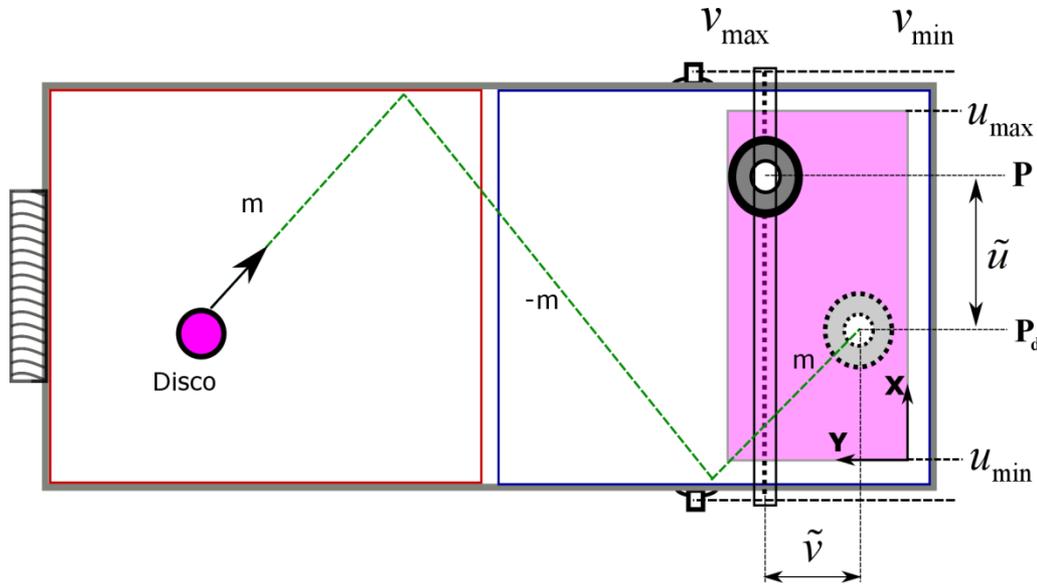
Contenido

- Formulación del Problema
- Objetivos
- Construcción
- Procesamiento de Imágenes
- Modelación
- Control
- Resultados
- Conclusiones



Control





$$v = mu + b$$

$$m = \frac{v_1 - v_2}{u_1 - u_2}$$

$$b = v_1 - mu_1$$



Estrategia de Control Defensa

Se considera solo la variación de posición en el eje X

$${}^c x_i = -\frac{u_i({}^c z_i)}{f_c}$$

El error $u(t)$ está basado en la diferencia de la posición deseada y la posición real solo en el plano de pixeles u

$${}^c x_i = -\frac{{}^c z_i}{f_c} (\mathbf{K}_1 \tanh(\mathbf{K}_2 u) + u_i)$$



Estrategia de Control Ataque-Defensa

Considera la inclusión de ambos ejes u y v para generar una respuesta ofensiva

$$\mathbf{p}_1^c = M\boldsymbol{\xi}$$

$$\mathbf{p}_1^c = \boldsymbol{\zeta} = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

$$\boldsymbol{\zeta} = M\boldsymbol{\xi}$$

Ambos errores de posición x y y denominados como $\boldsymbol{\xi}^c$ son considerados para obtener la ley de control

$$\mathbf{v}(t) = M(K_1 \tanh(K_2 \boldsymbol{\xi}^c(t))) + \boldsymbol{\xi}_d(t)$$



Contenido

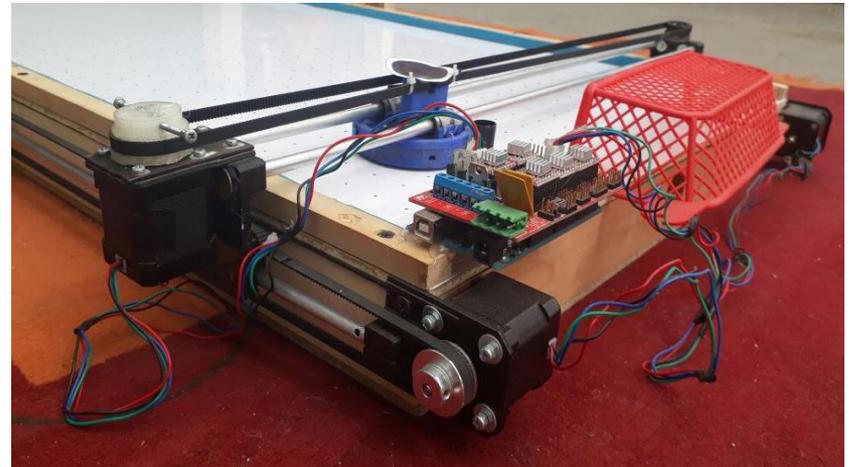
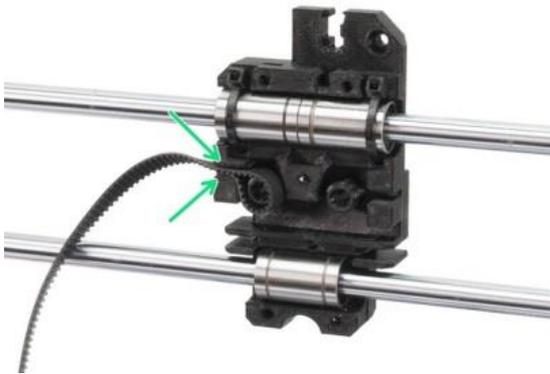
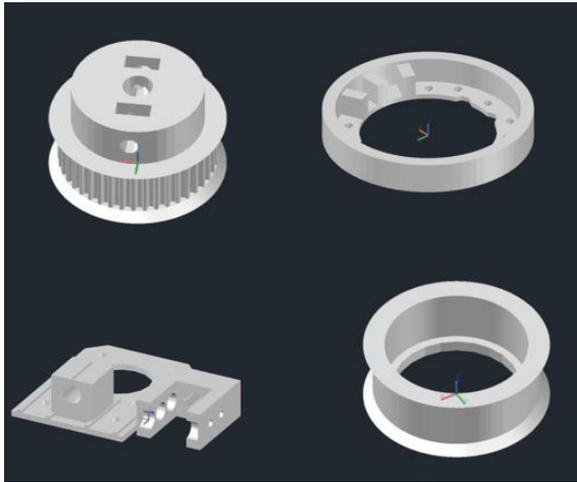
- Formulación del Problema
- Objetivos
- Construcción
- Procesamiento de Imágenes
- Modelación
- Control
- Resultados
- Conclusiones



Construcción

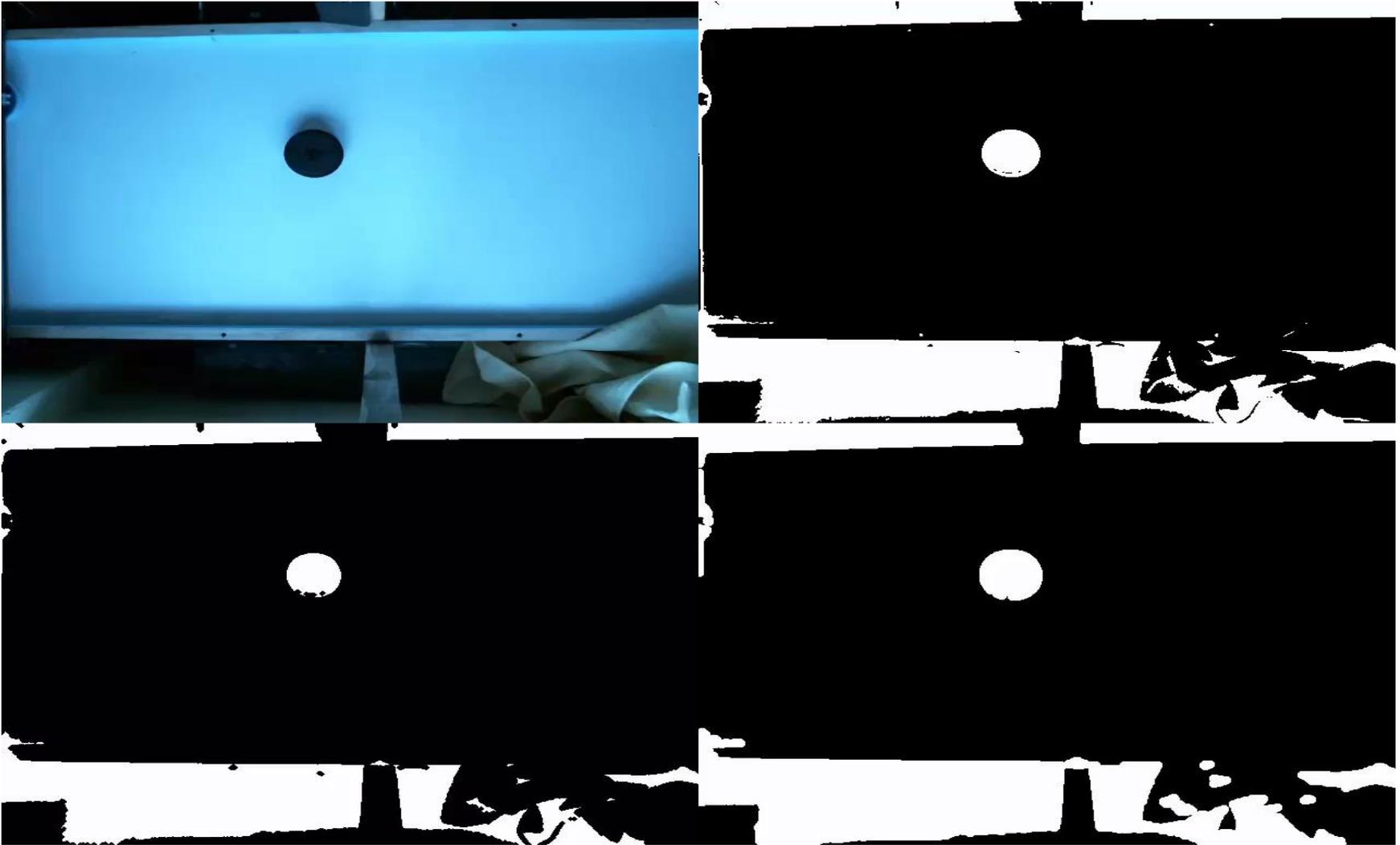


ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA



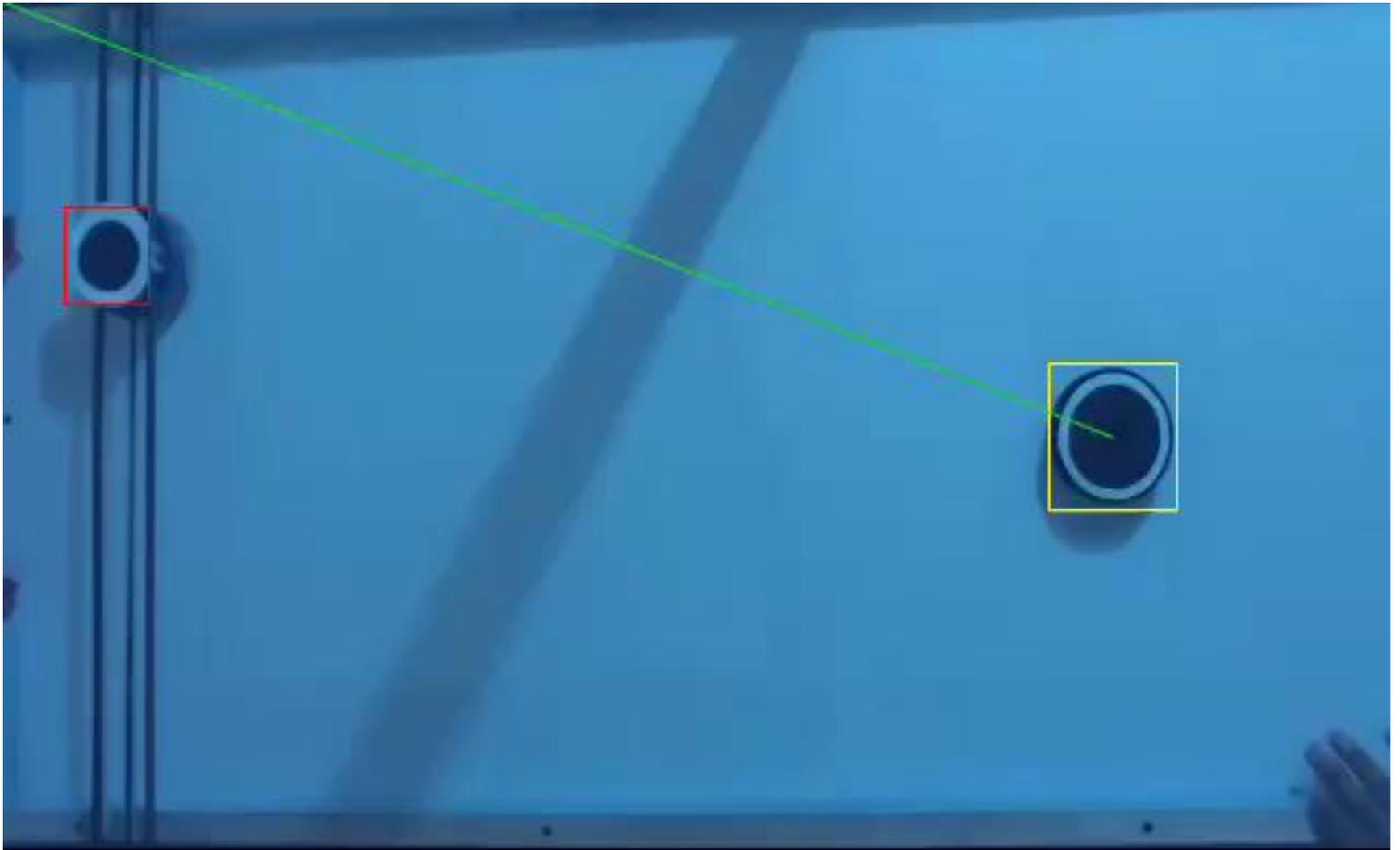
ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

Procesamiento de Imágenes

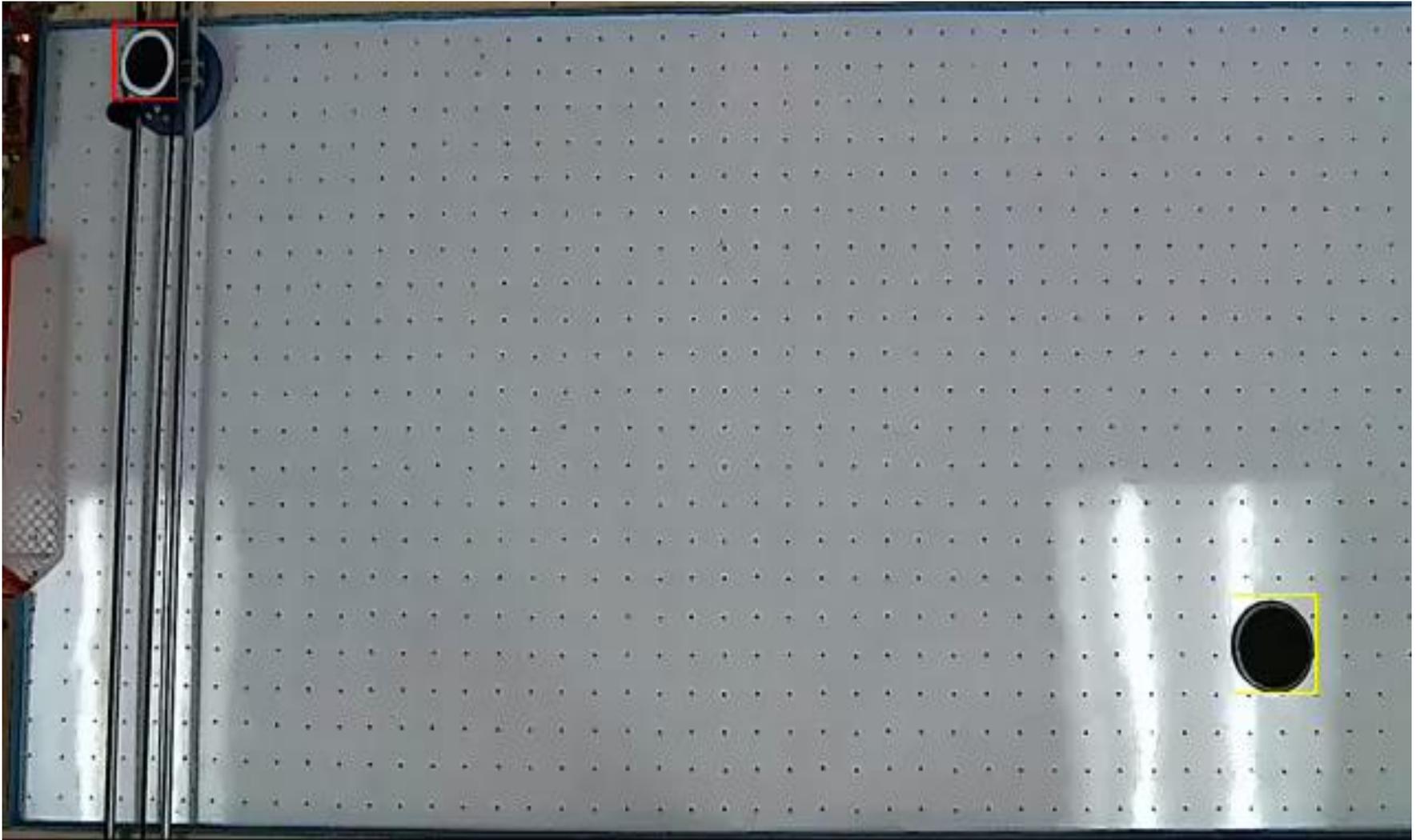


ESPE
ESCUOLA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

Predicción del Disco

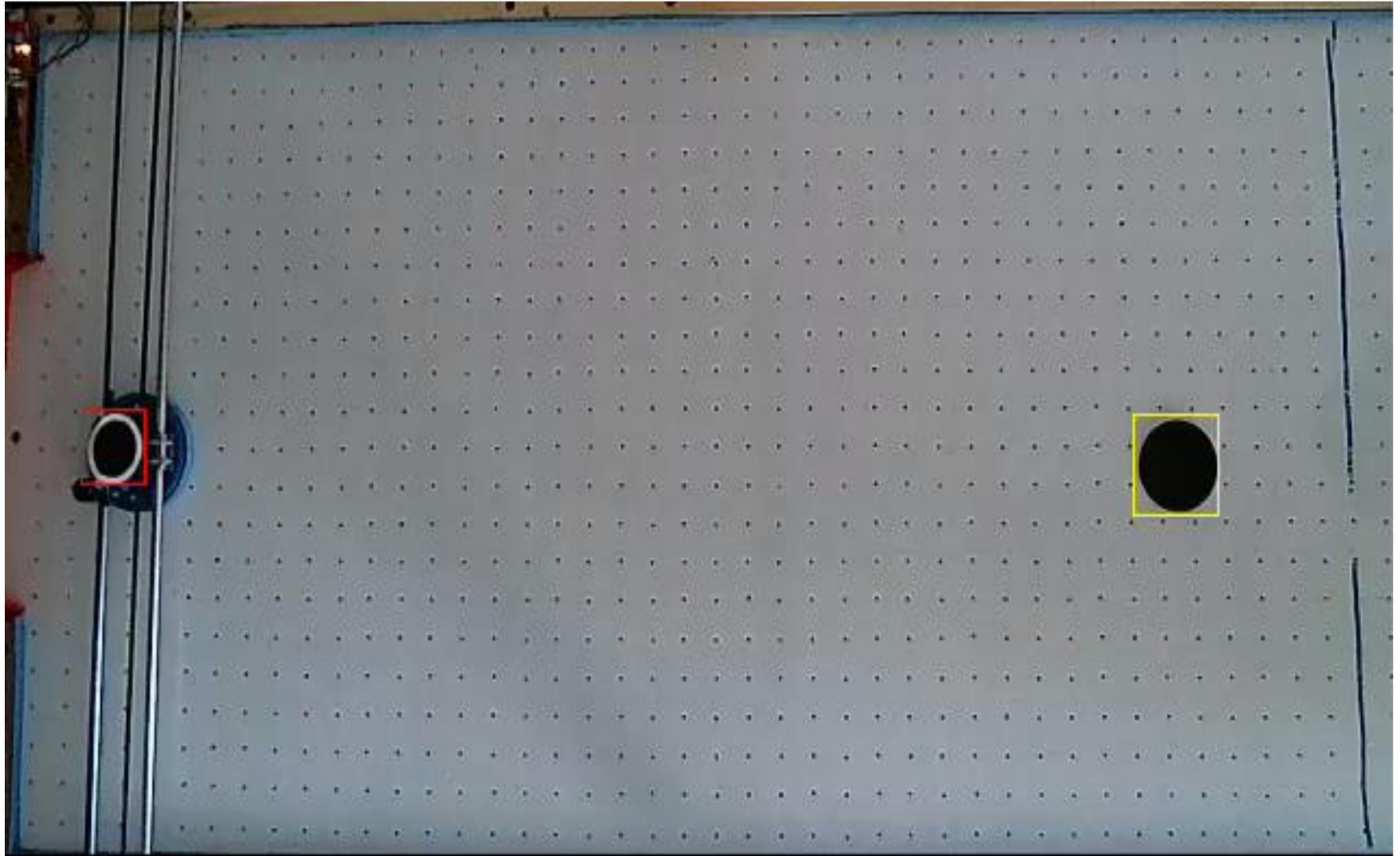


Control Defensa

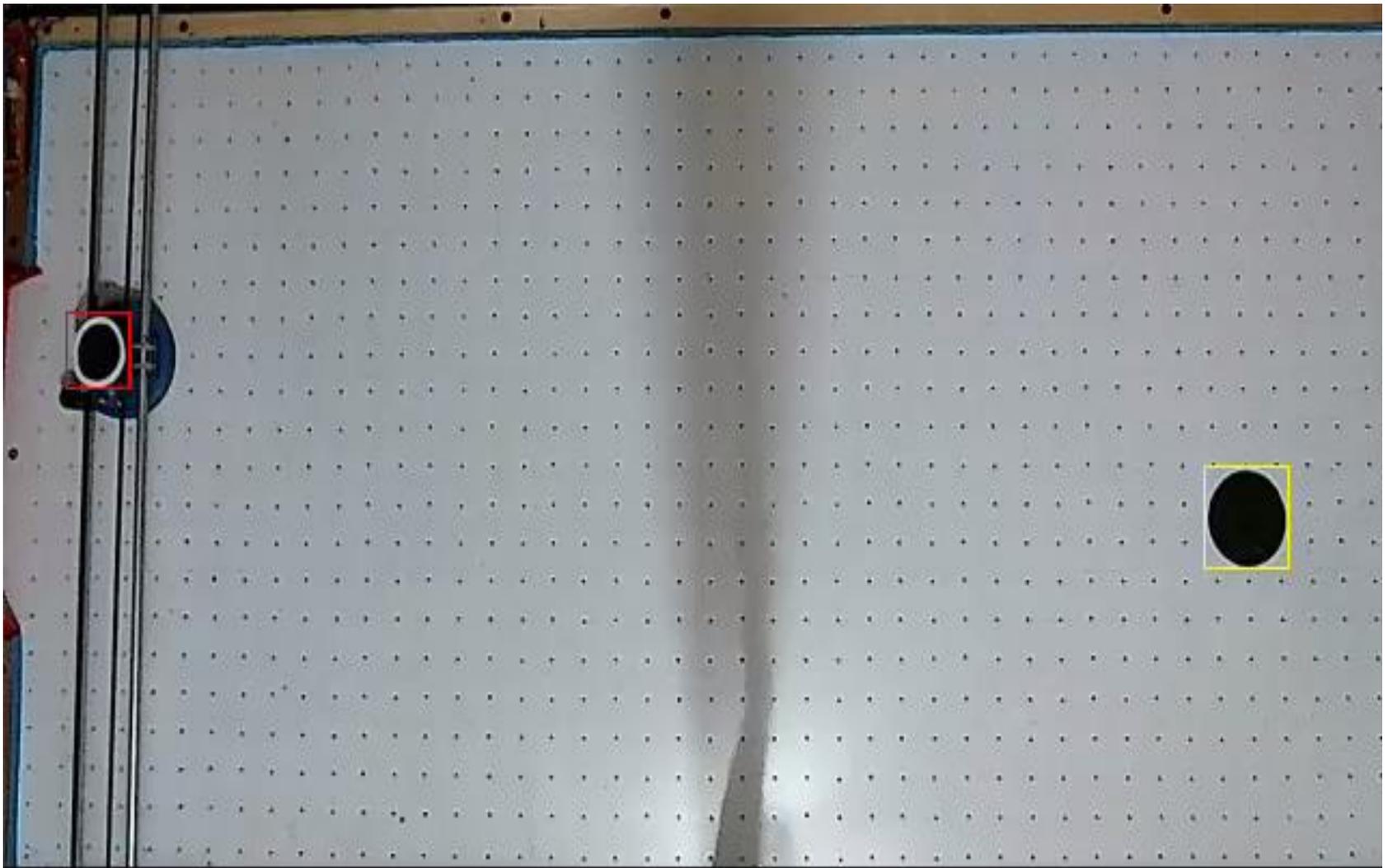


ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

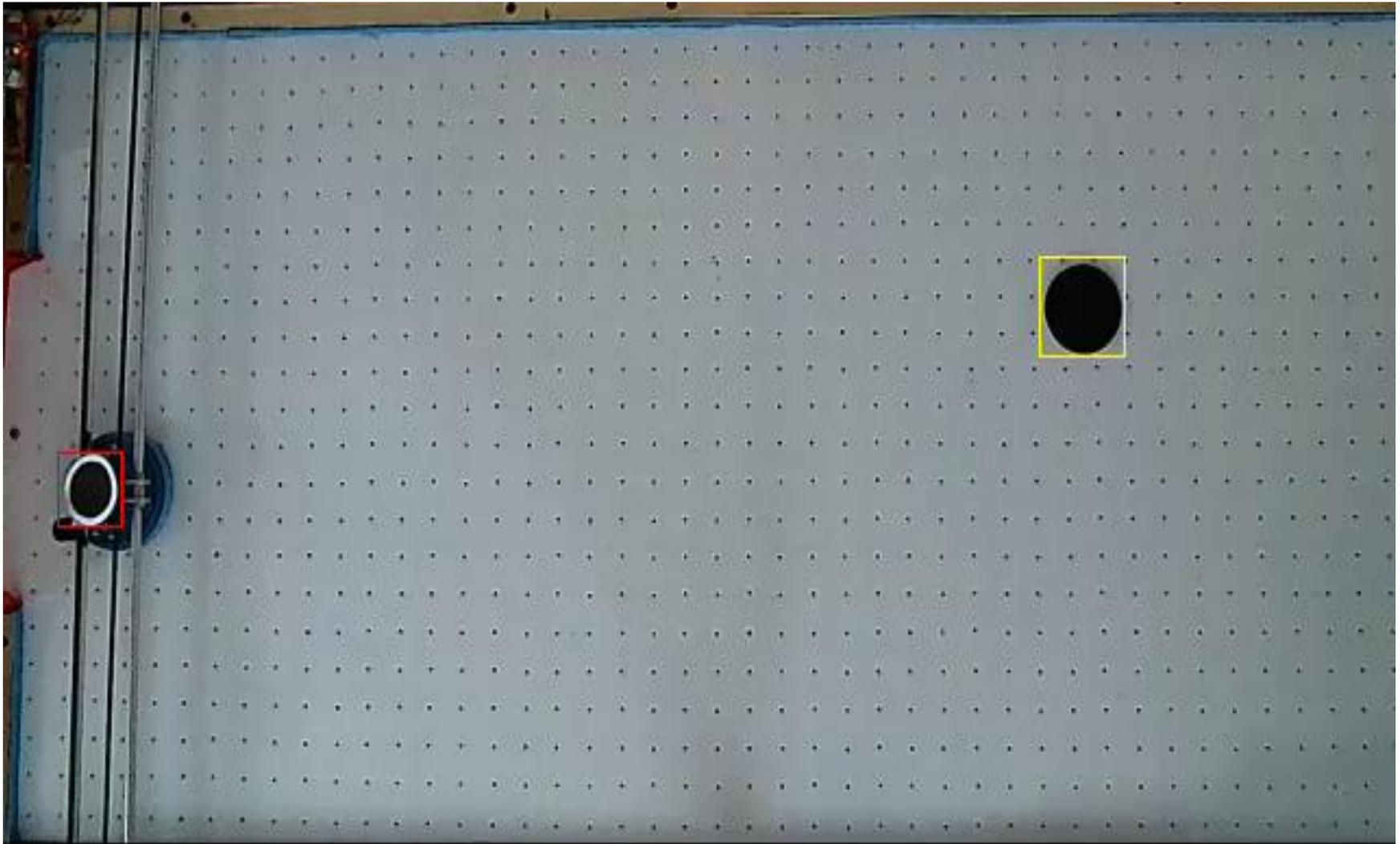
Control Defensa



Control Ataque

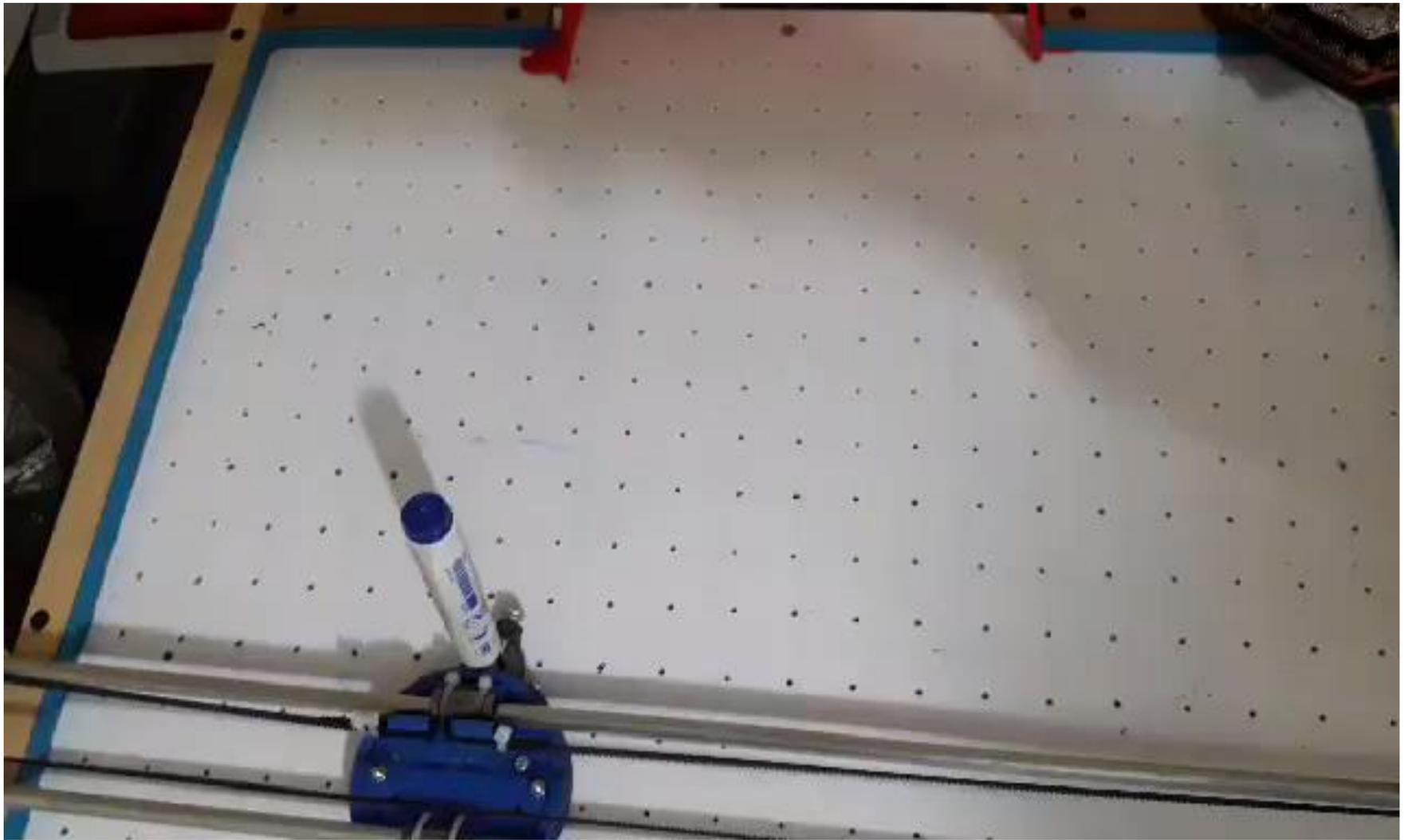


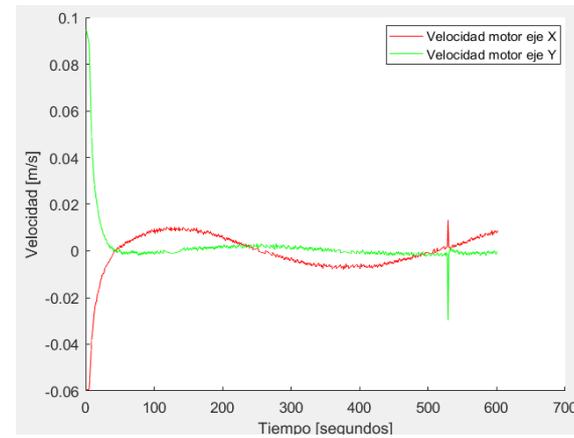
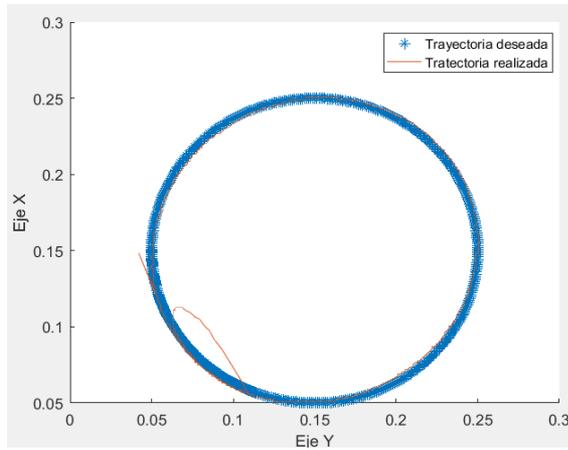
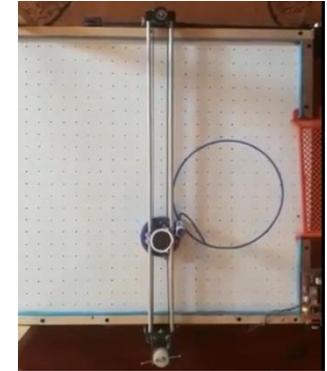
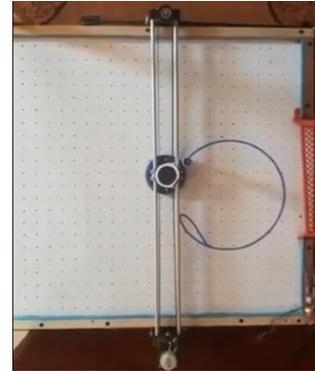
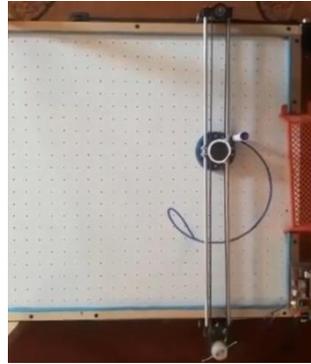
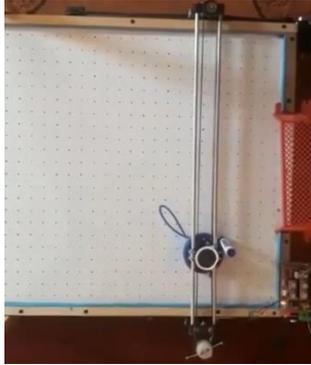
Control Ataque



ESPE
ESCUOLA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

Seguimiento de Trayectoria





Contenido

- Formulación del Problema
- Objetivos
- Construcción
- Procesamiento de Imágenes
- Modelación
- Control
- Resultados
- Conclusiones



- Para la adquisición de las posiciones tanto del pusher como del disco, son implementadas mediante procesamiento de imagen basadas en morfología matemática
- El modelo basado en Pinhole es usado para obtener el modelo cinemático de las cámaras, en la cual se determina la velocidad de movimiento de los objetivos.
- El diseño total de los controladores propuestos se basan en dichos modelos, diferenciándose en las tareas a cumplir: defensa y ataque-defensa, probando además su estabilidad y robustez mediante el método de Lyapunov.

