

Propuesta de un método alternativo de programación por guiado basado en visión artificial



I Concurso de Aplicaciones Robóticas
CFZ Cobots

Diciembre de 2018

1 Motivación y objetivos

- Introducción
- Objetivos

2 Resultados

- Herramienta desarrollada
- Script de programación
- Script de reproducción
- Programa del robot

3 Análisis de resultados

4 Alternativas

Índice

1 Motivación y objetivos

- Introducción
- Objetivos

2 Resultados

- Herramienta desarrollada
- Script de programación
- Script de reproducción
- Programa del robot

3 Análisis de resultados

4 Alternativas

Índice

1 Motivación y objetivos

- Introducción
- Objetivos

2 Resultados

- Herramienta desarrollada
- Script de programación
- Script de reproducción
- Programa del robot

3 Análisis de resultados

4 Alternativas

Tipos de programación

- Textual
- Por guiado
 - Discreta: Mover el robot hasta puntos, almacenarlos y usarlos en un programa
 - Directa: Realizar tarea con herramienta anclada

Programación por guiado directa

- Ventajas:
 - Conservar el *arte* del operario
 - Sencillez
- Desventajas:
 - Imprecisión
 - Incomodidad
 - Limitaciones
 - Esfuerzo extra

Índice

1 Motivación y objetivos

- Introducción
- Objetivos

2 Resultados

- Herramienta desarrollada
- Script de programación
- Script de reproducción
- Programa del robot

3 Análisis de resultados

4 Alternativas

Objetivos

- Mantener ventajas y reducir desventajas
- Propuesta, NO alternativa real
- Prototipo mínimo que permita:
 - Demostrar posibilidad de implementación
 - Proponer un punto de partida
 - Descubrir errores y mejoras

Target

- Herramienta *plug & play*
- *Tracking* de identificador (invariante a dimensiones, relaciones e iluminación)
- Almacenar correcciones relativas
- Reproducir correcciones
- **Robusto** → Cambios de iluminación, entornos diferentes, etc.
- **Efectivo** → Seguimiento, velocidad, suavidad, precisión, etc.
- **Sencillo** → *user-friendliness* y *plug & play*
- **Práctico** → Embedido, pequeño y manejable

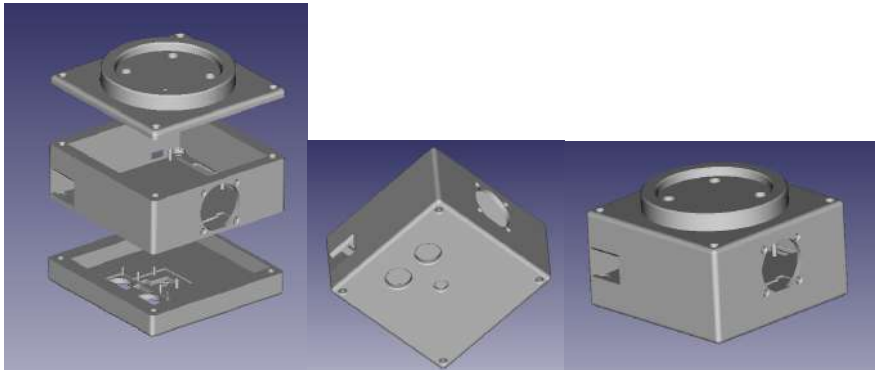
Índice

- 1 Motivación y objetivos
 - Introducción
 - Objetivos
- 2 Resultados
 - Herramienta desarrollada
 - Script de programación
 - Script de reproducción
 - Programa del robot
- 3 Análisis de resultados
- 4 Alternativas

Índice

- 1 Motivación y objetivos
 - Introducción
 - Objetivos
- 2 Resultados
 - Herramienta desarrollada
 - Script de programación
 - Script de reproducción
 - Programa del robot
- 3 Análisis de resultados
- 4 Alternativas

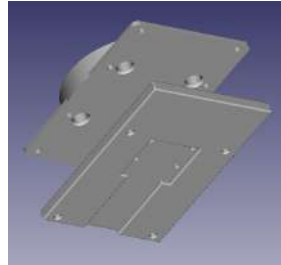
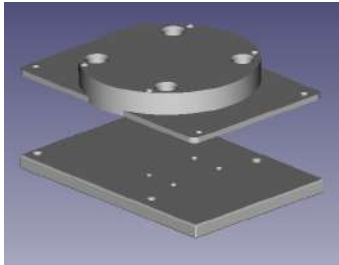
Modelo 3D



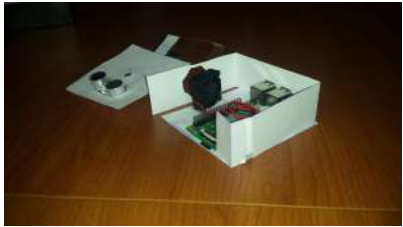
Otras opciones

- **Primer anclaje** → Bridas y cinta adhesiva
- **Segundo anclaje** → Placas paralelas
- **Otros diseños** → Adaptar carcasas de RPi y soportes para cámara

Segundo anclaje



Versión definitiva



Versión definitiva



Índice

1 Motivación y objetivos

- Introducción
- Objetivos

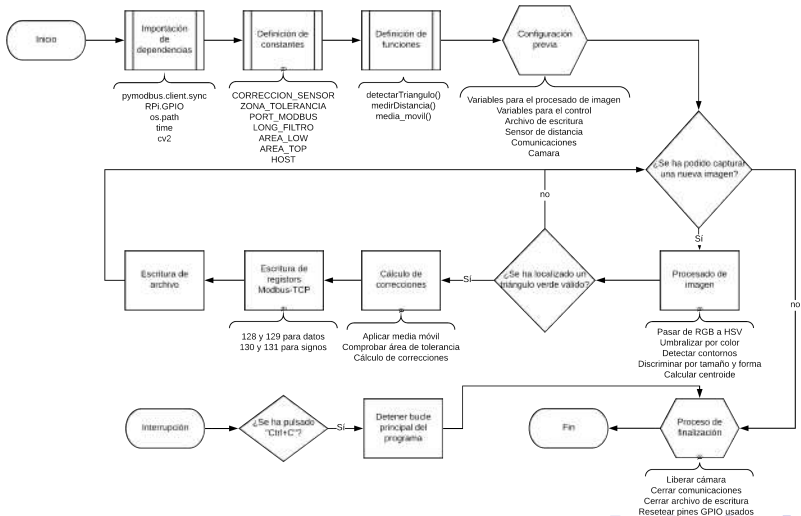
2 Resultados

- Herramienta desarrollada
- Script de programación
- Script de reproducción
- Programa del robot

3 Análisis de resultados

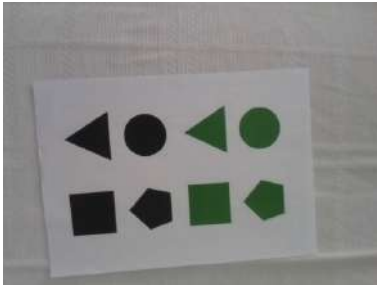
4 Alternativas

Diagrama de flujo



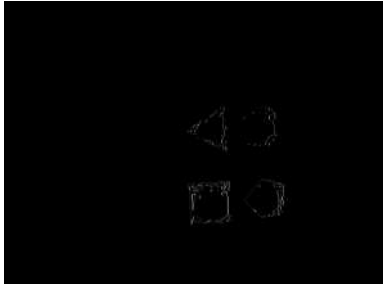
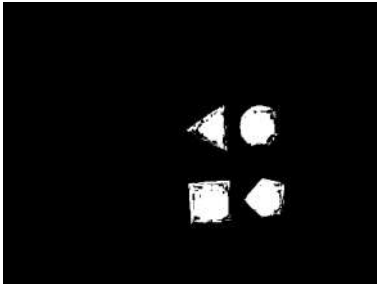
Bucle principal: Procesado de imagen

Umbralización



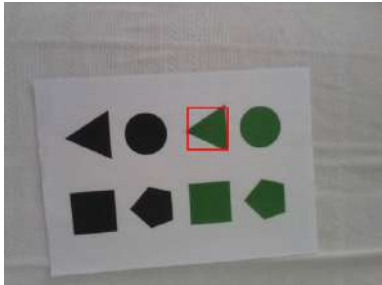
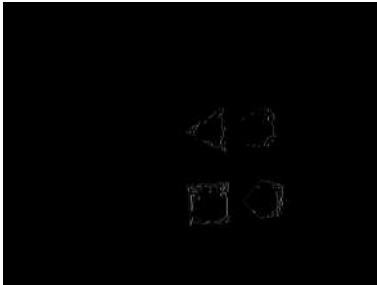
Bucle principal: Procesado de imagen

Extracción de contornos

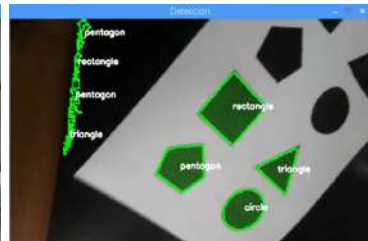
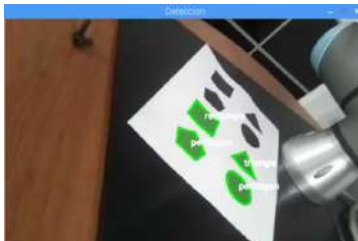
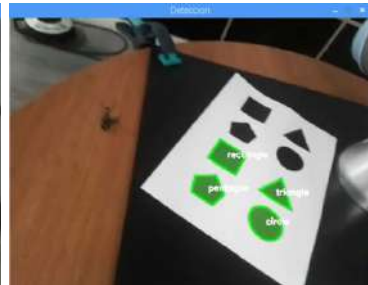
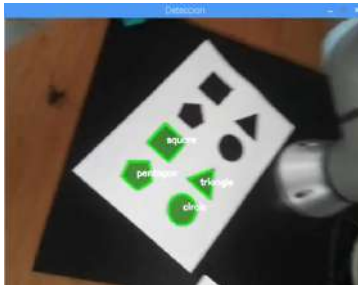


Bucle principal: Procesado de imagen

Doble discriminación



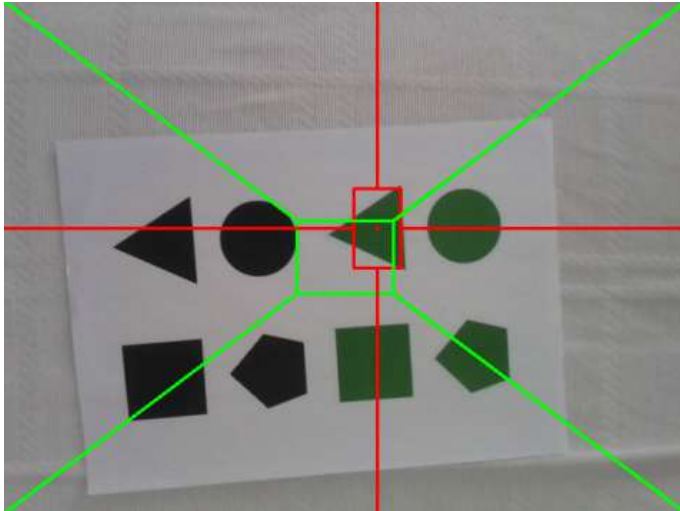
Bucle principal: Procesado de imagen



$$\begin{aligned}\text{CORR_MAX_X} &= \frac{h \cdot \text{sen}(\alpha)}{\text{sen}(\gamma)} = \\ &= \frac{h \cdot \text{sen}(31,1)}{\text{sen}(58,9)} = 0.6032386 \cdot h\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{CORR_MAX_Y} &= \frac{h \cdot \text{sen}(\alpha)}{\text{sen}(\gamma)} = \\ &= \frac{h \cdot \text{sen}(24,4)}{\text{sen}(65,6)} = 0.4507694 \cdot h\end{aligned}$$

Bucle principal: Cálculo de correcciones



Bucle principal: Procesado de correcciones

- Escribir correcciones en registros Modbus-TCP
 - 128 y 129 para datos
 - 130 y 131 para signos ("1" para positivos y "0" para negativos)
- Dividir corrección por 2 (reduce velocidad y oscilación)
- Escribir en el *logfile*

Proceso de finalización

- Poner a 0 los registros
- Liberar cámara
- Cerrar *socket*
- Liberar archivo de historial
- Reset de GPIOs

Índice

1 Motivación y objetivos

- Introducción
- Objetivos

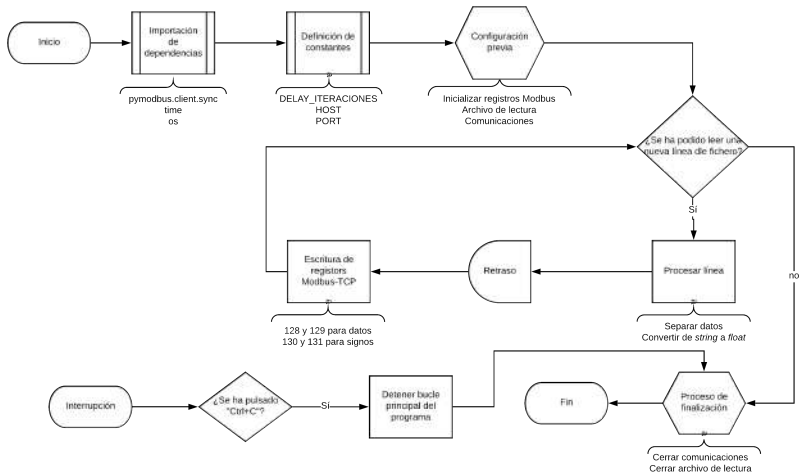
2 Resultados

- Herramienta desarrollada
- Script de programación
- **Script de reproducción**
- Programa del robot

3 Análisis de resultados

4 Alternativas

Diagrama de flujo



Índice

1 Motivación y objetivos

- Introducción
- Objetivos

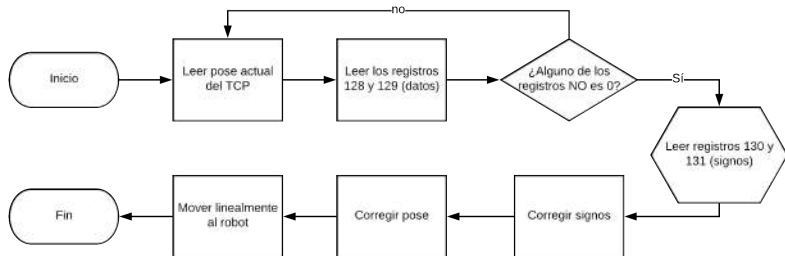
2 Resultados

- Herramienta desarrollada
- Script de programación
- Script de reproducción
- Programa del robot

3 Análisis de resultados

4 Alternativas

Diagrama de flujo



Índice

- 1 Motivación y objetivos
 - Introducción
 - Objetivos
- 2 Resultados
 - Herramienta desarrollada
 - Script de programación
 - Script de reproducción
 - Programa del robot
- 3 Análisis de resultados
- 4 Alternativas

Consumo temporal (s)

Proceso	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Medida 4	Medida 5	Media
Caputra de imagen	0.00433	0.00439	0.00493	0.00459	0.00461	0.00457
Conversión RGB-HSV	0.01514	0.01584	0.01526	0.01539	0.01482	0.01529
Segmentación	0.00923	0.02191	0.00941	0.00917	0.00871	0.011686
Búsqueda contornos	0.00397	0.004	0.00413	0.00418	0.00364	0.003984
Búsqueda área máxima	0.0002	0.00017	0.0001	0.00011	0.00013	0.000142
Cálculo centroide	0.00018	0.00018	0.0001	0.00014	0.00014	0.000148
Media móvil	0.00008	0.00005	0.0001	0.00006	0.00007	0.000072
Cálculo de correcciones	0.00004	0.00003	0.00003	0.00005	0.00005	0.00004
Escritura Modbus	0.00540	0.00704	0.00637	0.0099	0.00674	0.00709

Consumo temporal

- **Tiempo medio:** 0.048496 s (5x vel. máxima de envío de órdenes del robot)
- **Mayor gasto:** Procesado visual (0.0312 s, 70% del total)



Optimizar procesamiento de imagen

Índice

- 1 Motivación y objetivos
 - Introducción
 - Objetivos
- 2 Resultados
 - Herramienta desarrollada
 - Script de programación
 - Script de reproducción
 - Programa del robot
- 3 Análisis de resultados
- 4 Alternativas

Alternativas

- Herramientas
- Identificadores
- Procesado de imagen
- Control/cálculo de correcciones
- Comunicaciones
- Adquisición de datos

Gracias por vuestra atención



CFZ Cobots
I Concurso de Aplicaciones Robóticas