

Sistema de detección y estimación de pose de objetos basado en visión por computador para Planta Piloto Industria 4.0



Universidad de Oviedo

Aser Crespo Rodríguez

uo239762@uniovi.es

Tutor:

Rafael Corsino González de los Reyes, Universidad de Oviedo, corsino@isa.uniovi.es



Resumen

El objetivo principal de este proyecto es el diseño de un sistema basado en Visión Artificial (VA) para la detección de objetos y la estimación de su posición y orientación 3D en la escena, disponiendo de su modelo 3D. En base a un estudio de métodos y tecnologías existentes, se opta por una solución modular que divide el proceso en, principalmente, dos fases: fase de detección de piezas para segmentar imágenes de la escena mediante un modelo de Deep Learning generado con imágenes sintéticas y fase de estimación de pose mediante la extracción y agrupamiento de puntos característicos basado en descriptores locales para nubes de puntos. Se implementará la solución para un caso de uso específico, siendo este la detección y estimación de pose de spinners producidos en la Planta Piloto Industria 4.0.

Palabras clave: Industria 4.0, Robótica, Bin picking, Detección de objetos, Estimación pose 3D, Point Pair Features, Transferencia de aprendizaje, Imágenes sintéticas

1. Antecedentes y Objetivos

Los métodos de bin picking, que detectan y extraen automáticamente las piezas situadas aleatoriamente dentro de un contenedor, proporcionan una gran mejora en la cadena productiva. El objetivo principal de este proyecto es realizar el diseño de un sistema que realice la detección de objetos y la estimación de su pose para que un brazo robótico pueda interaccionar posteriormente con ellos. Se plantea proporcionar una solución modular con la que se facilite intercambiar unos algoritmos y procesos por otros, y en la que detectar otro tipo de piezas distintas a las empleadas en este proyecto pueda ser llevado a cabo por un operario no experto en VA.

Objetivos:

- Modularidad
- Extensibilidad
- Bajo coste

2. Diseño

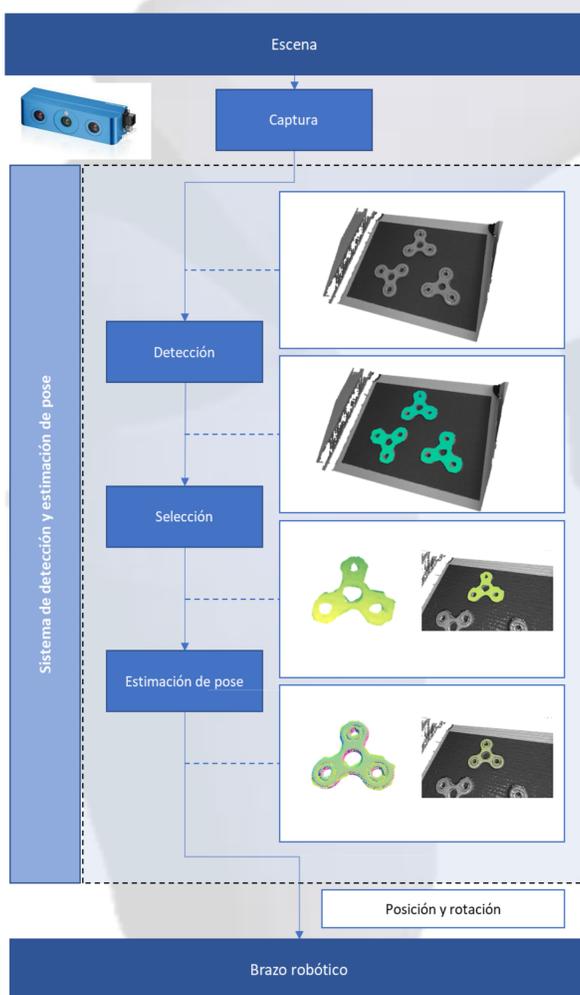


Fig. 1. Esquema general del sistema.



Fig. 2. Principales tecnologías empleadas en fases de prueba y en el prototipo final.

• Captura

Control del sensor que proporcione información 3D y de brillo para la captura de imágenes y nubes de puntos de la escena. Se emplea un par estéreo.

EnsensoSDK, Windows Forms, C#

• Detección

Cascada de redes neuronales convolucionales basadas en regiones (Mask-RCNN) para la detección y segmentación de instancias de spinners en imágenes de la escena. Entrenamiento del sistema basado en transferencia de aprendizaje, empleando imágenes sintéticas generadas por el simulador.

Tensor Flow, Python

• Selección

De entre las piezas detectadas, seleccionar la óptima a ser extraída.

Python

• Estimación de pose

Descripción global del modelo mediante una serie de descriptores locales, llamados Point Pair Feature (PPT). Extracción de descriptores de la escena para realizar emparejamiento de puntos. Sistema de votación similar al empleado para la transformada de Hough generalizada para detectar la instancia y realizar una estimación inicial de la pose. ICP para refinar resultado.

OpenCV, Python

• Comunicaciones

Sistema de comunicación distribuido entre procesos con un paradigma del tipo publicador/suscriptor basado en REDIS.

REDIS, JSON

• Simulador

Sistema desarrollado en Unity para la simulación de imágenes de spinners depositados en un contenedor. Simulación de físicas y renderizado de imágenes con procesamiento para generar etiquetado automático



Unity 3D, C#

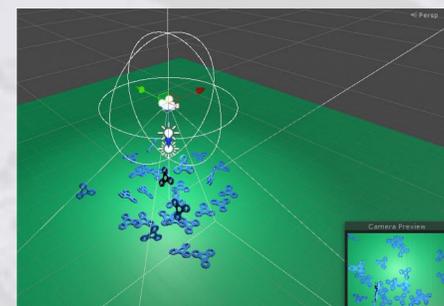


Fig. 3. Ejemplo de imagen generada con el simulador de datos y las máscaras etiquetadas.

3. Resultados

Ejemplos de detección y de estimación de la pose.

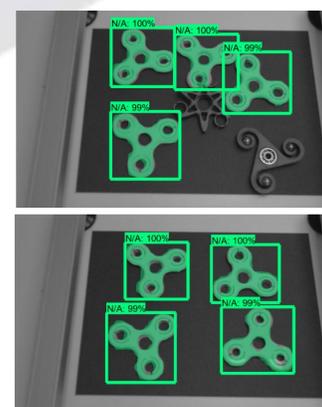


Fig. 4. Ejemplos de detección de spinners.

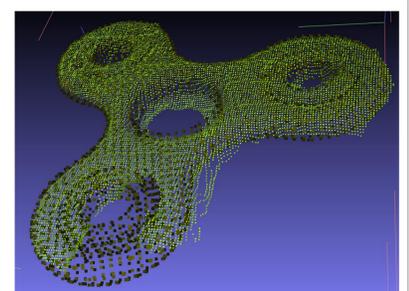


Fig. 5. Visualización de una nube de puntos de la escena recortada (amarillo) y la nube de puntos del modelo alineada correctamente (gris).

4. Conclusiones y Discusión

Se ha realizado un estudio, tanto teórico como experimental, de técnicas existentes que puedan aplicarse para un problema de este tipo, pasando por las soluciones completas al análisis de las tecnologías disponibles para cada funcionalidad concreta. En base a las opciones disponibles se ha desarrollado un sistema que cumpla con los objetivos propuestos, los cuales se pueden considerar alcanzados tras realizar un análisis de funcionamiento del prototipo implementado. Aunque aún hay cierta incertidumbre respecto a la calidad de las mediciones del sistema, podemos concluir que podría ser viable para una puesta en funcionamiento en una línea de producción, y un futuro desarrollo está justificado.