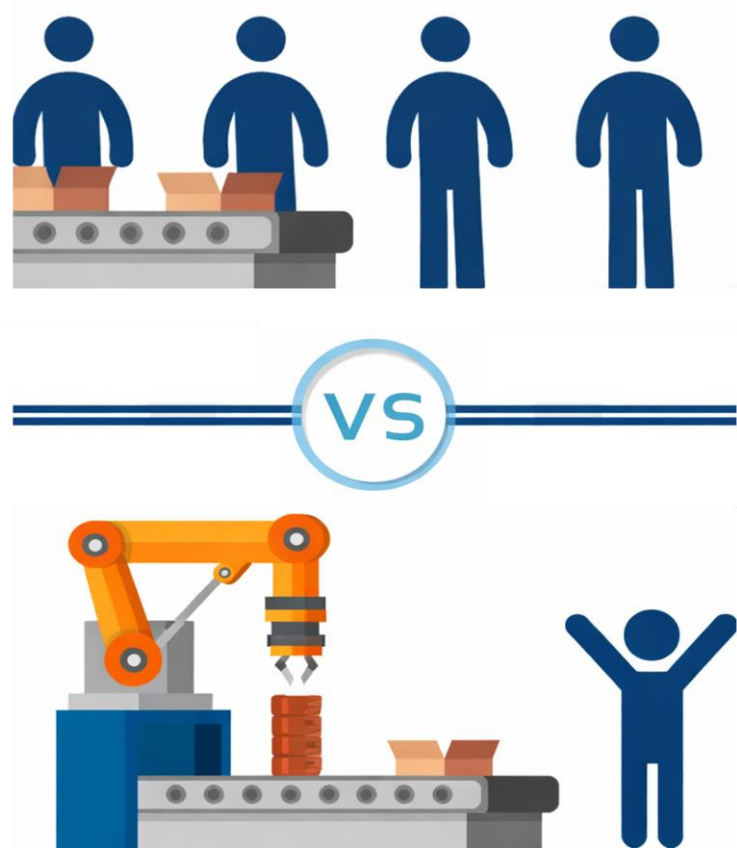




Sistema autónomo de organización usando visión artificial RGB-D y robot colaborativo en banda transportadora.

PROBLEMA

La industria manufacturera enfrenta una brecha entre la automatización rígida, costosa ante cambios de producción, y el trabajo manual, flexible pero limitado por la fatiga y los errores, que en el contexto ecuatoriano reduce la competitividad y evidencia la necesidad de sistemas de manufactura flexibles con precisión robótica y capacidad de adaptación.

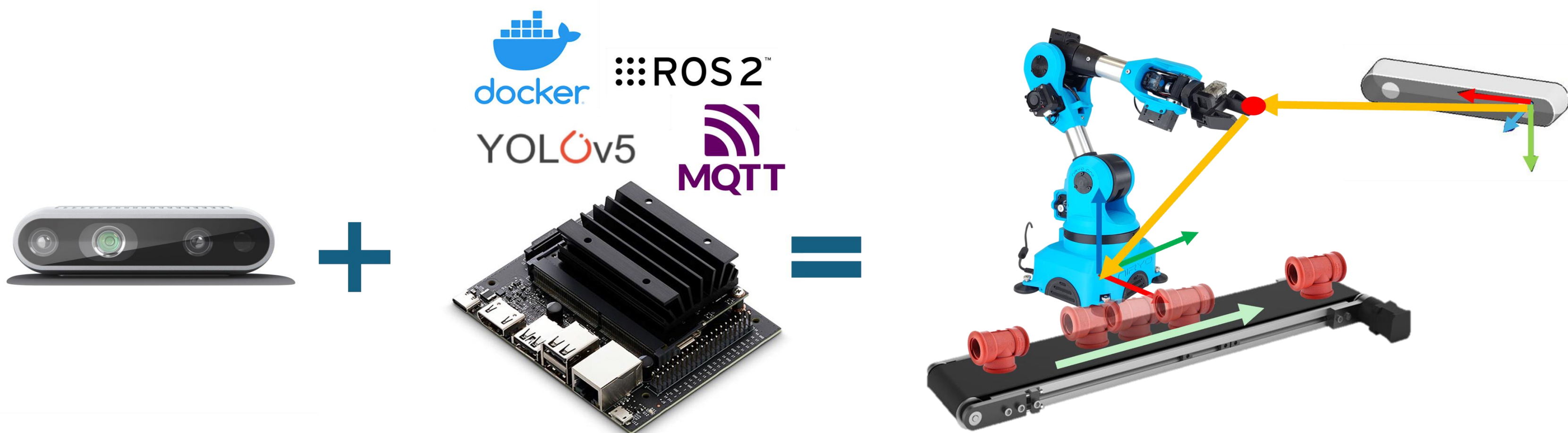


OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un sistema de manipulación autónoma que integre visión artificial RGB-D, algoritmos de Inteligencia Artificial y un robot colaborativo para la detección, clasificación y recolección precisa de accesorios de tubería en movimiento sobre una banda transportadora.

PROPUESTA

Implementación de un sistema de clasificación autónomo sobre Docker y ROS2, que integra la visión artificial por medio de una cámara RealSense D435i y el control de un robot Niryo One desde una Jetson Nano.



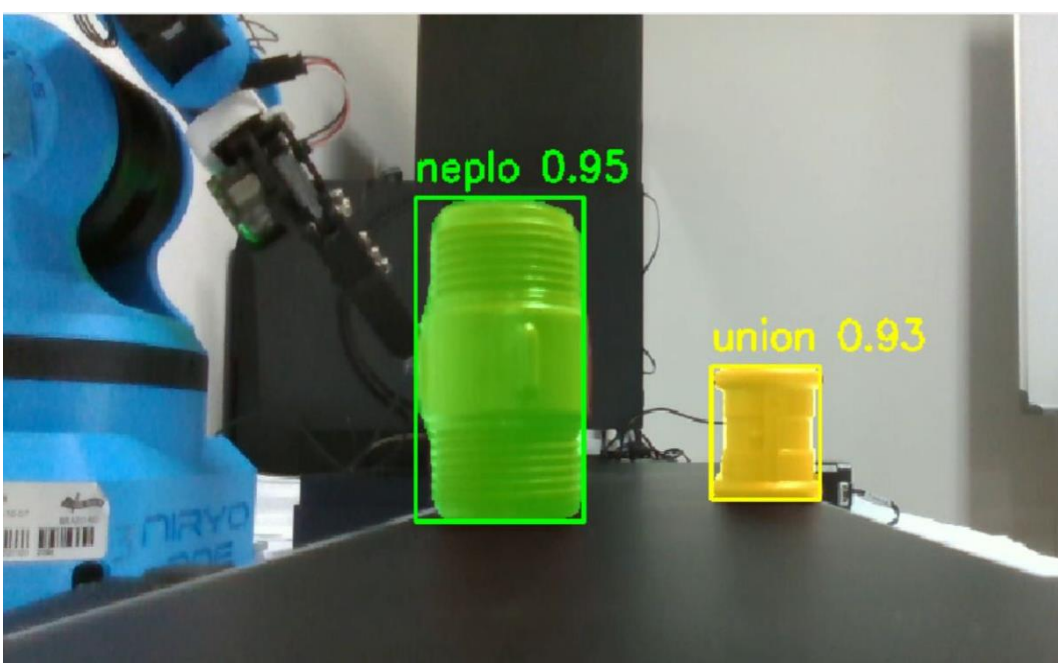
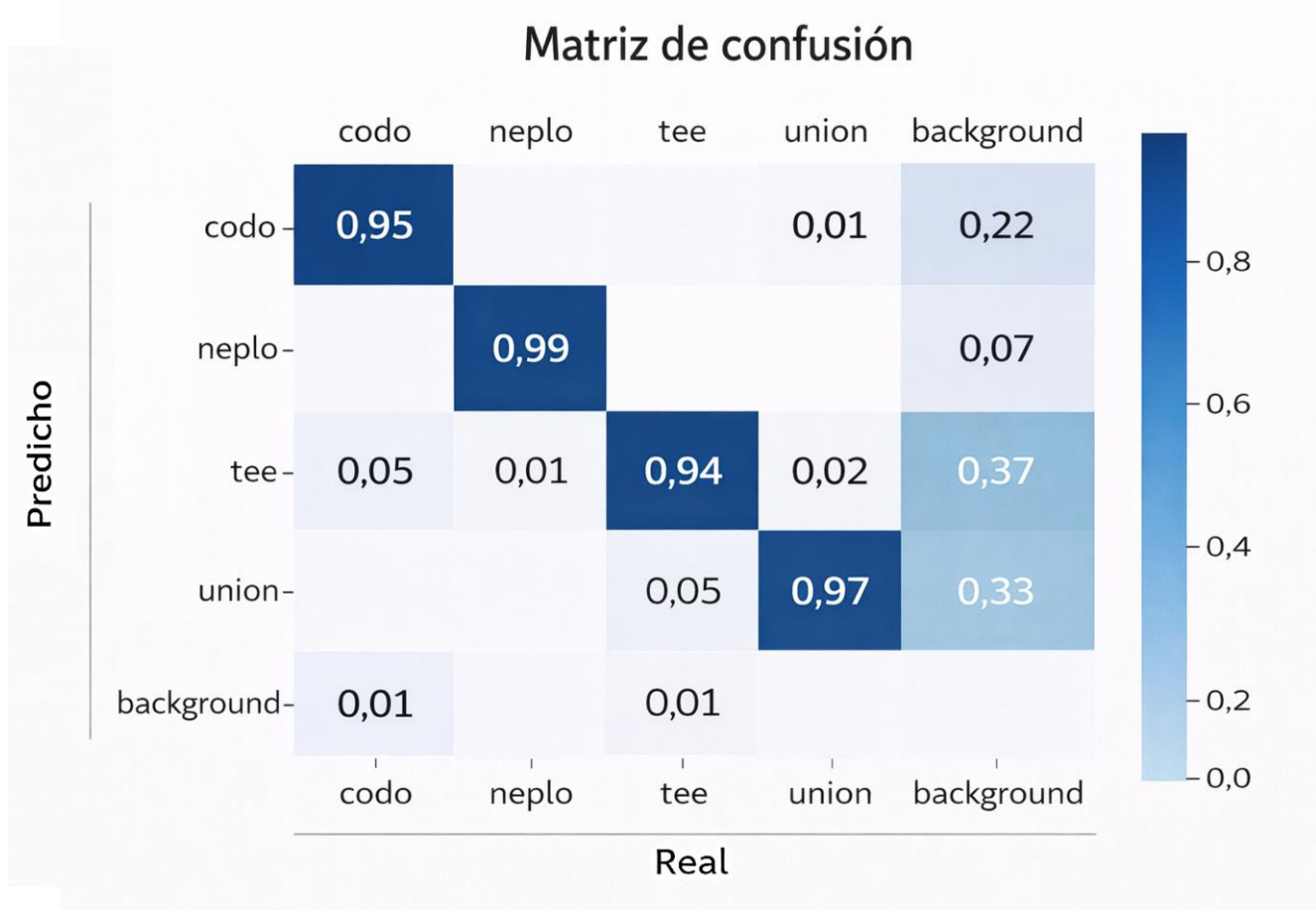
- **Clasificación:** Identificación y segmentación de piezas mediante YOLOv5-seg optimizado con TensorRT para inferencia en tiempo real.
- **Localización espacial:** Cálculo automático de coordenadas mediante matrices de transformación y cinemática inversa para la manipulación precisa en 3D.
- **Conectividad:** Interconexión vía internet (IoT/MQTT) para asegurar una respuesta rápida ante perturbaciones.

RESULTADOS

Validación en Entorno Dinámico (Prueba de Estrés)

- **Protocolo:** Uso de 24 piezas heterogéneas (6 de cada tipo) sobre la banda en movimiento.
- **Desempeño por Geometría:** 100% de eficacia en codos y tees. Los fallos (3/24) se dan en piezas de bajo perfil (uniones y neplos).

Pieza	Recolectadas	Efectividad
Codo	6 / 6	100%
Tee	6 / 6	100%
Neplo	5 / 6	83%
Unión	4 / 6	67%
Total	21 / 24	87.5%



- **Métricas:** mAP@0.5 del 98.4%, con una Precisión del 94.5% y un Recall del 96.7%.
- Procesamiento a 5.25 Hz (~190 ms de ciclo total) en Jetson Nano.
- Tiempo de respuesta del robot: 2 segundos.

CONCLUSIONES

- El sistema valida la capacidad de la visión artificial para identificar y manipular accesorios de tubería en entornos dinámicos, sentando las bases para futuras aplicaciones industriales que busquen disminuir la carga física en los operarios.
- La integración de procesadores pequeños y robots accesibles demuestra que las PYMEs pueden automatizar sus procesos con alta precisión sin necesidad de grandes inversiones económicas, rompiendo la barrera de entrada a la tecnología.
- El diseño modular del software permite adaptar la línea de producción de forma inmediata ante cambios de producto, solucionando el problema de rigidez y altos costos de reconfiguración que tienen los sistemas industriales tradicionales.