

# Tecnologías de IoT y Visión Artificial aplicadas a sistemas inteligentes

Jorge Osio<sup>1,2</sup>, Juan Salvatore<sup>1</sup>, Mauro Salina<sup>1</sup>, Marcelo Cappelletti<sup>1,2</sup>, Diego Montezanti<sup>1,3</sup>, Juan Piñeiro<sup>1</sup>, Juan Carlos Czerwien<sup>1</sup>, Braian Pezet<sup>1</sup>, Lucia Osés<sup>1</sup>, Emanuel Julio<sup>1</sup>, Martín Paez<sup>1</sup>, Matías Busum Fradera<sup>1</sup>, Facundo Chazarreta<sup>1</sup>, Patricio Gross<sup>1</sup>, Lucas Olivera<sup>1</sup>, Diego Encinas<sup>1,3</sup>, Martín Morales<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Programa TICAPPS, Univ. Nac. Arturo Jauretche, Florencio Varela (1888), Argentina.

<sup>2</sup> Grupo de Control Aplicado, Instituto LEICI (UNLP-CONICET), La Plata (1900), Argentina.

<sup>3</sup> Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI) - Facultad de Informática - UNLP – Centro Asociado CIC

<sup>4</sup> Centro UTN CODAPLI-FRLP, La Plata (1900), Argentina.

{Josio, mcappelletti, jsalvatore, dmontezanti, dencinas, martin.morales}@unaj.edu.ar

## Resumen

El presente proyecto se enfoca en líneas de investigación que involucran nuevas tecnologías como Internet de las Cosas (IoT), visión artificial y robótica. La investigación se centra especialmente en las técnicas de Smart IoT, las técnicas de aprendizaje automático aplicadas sobre dispositivos de bajas prestaciones de procesamiento y el aprendizaje profundo para el reconocimiento de objetos en aplicaciones de robótica. Se espera que los resultados obtenidos permitan proporcionar soluciones a problemáticas socio-productivas presentes en la región, como son las medioambientales, la innovación en el sector productivo mediante tecnologías de la industria 4.0.

Entre los temas de investigación que se desarrollan en esta línea, se incluyen el diseño e implementación de técnicas de visión por computadora, con los objetivos de agregar funcionalidades a dispositivos robóticos (como la clasificación de residuos) y el de análisis para descontaminación de suelos en aplicaciones agrícolas, entre otros. Además, mediante el agregado de control y supervisión remota (utilizando herramientas de IoT), se busca proporcionar a estos dispositivos la autonomía suficiente para la realización de tareas en entornos abiertos.

En el área de Smart IoT, se ha desarrollado una plataforma IoT que incluye los servicios esenciales, como un broker MQTT para la gestión de las comunicaciones, una base de datos, un servicio de visualización de datos y una plataforma de programación orientada a flujos (NodeRed) [1]. Esta plataforma brinda las herramientas necesarias para la obtención y almacenamiento de información, y se encuentra en desarrollo el agregado de un servicio de análisis de datos que utiliza aprendizaje automático para predicción y toma de decisiones. sistemas IoT.

## Líneas de Investigación y Desarrollo

•El grupo de investigación que se ha constituido en la UNAJ es multidisciplinario, y sus miembros cuentan con experiencia en sistemas de cómputo de altas prestaciones, arquitecturas distribuidas, resiliencia, sistemas embebidos, IoT, aprendizaje automático y robótica.

•Una de las líneas de I/D que se presentan en este trabajo está basada en el estudio y desarrollo de herramientas alternativas para el procesamiento de imágenes a partir de algoritmos de aprendizaje automático y visión por computadora. La línea referente a sistemas AIoT pretende, en primera instancia, evaluar las herramientas tecnológicas disponibles para determinar las posibles aplicaciones, pero también sus limitaciones.

•En cuanto a la línea vinculada con la robótica, se encuentra en desarrollo la búsqueda de aplicaciones innovadoras, como la separación automática de objetos reciclables y la capacidad de detección de gestos y obstáculos, mediante visión artificial, para lograr autonomía en los robots móviles.

•Actualmente se encuentra en proceso de evolución el nuevo proyecto denominado: "Tecnologías de IoT y Visión Artificial aplicadas a sistemas inteligentes".

## Resultados alcanzados

Se optimizaron los algoritmos de detección de objetos reciclables, logrando una transición de detecciones únicas a un sistema de detección múltiple simultánea. Asimismo, se implementó el procesamiento en video en tiempo real, lo que derivó en un incremento sustancial en la precisión y tasa de aciertos del sistema de clasificación automatizada.

Mediante la integración de la librería MediaPipe, se desarrolló un módulo de detección de gestos faciales para sistemas de monitoreo remoto. Las pruebas demostraron una alta eficiencia y robustez del algoritmo, logrando resultados satisfactorios incluso bajo las limitaciones de resolución de hardware de la cámara ESP32-CAM (ver figura 1). Las pruebas realizadas permitieron verificar la precisión en la detección de gestos como guiños, apertura de boca y muecas, con una latencia aceptable en para una aplicación de tiempo real. Sin embargo, se identificaron limitaciones en escenarios con iluminación variable, uso de accesorios (como por ejemplo lentes) o ángulos pronunciados (>30°), donde la precisión disminuye, debido a errores en la generación de la malla facial.

En el ámbito del monitoreo de parámetros hídricos en arroyos, se diseñó e implementó una red de sondas de largo alcance. La arquitectura utiliza tecnología LoRa bajo un protocolo propietario configurado en topología Daisy Chain. Esta configuración permite extender significativamente el área de cobertura, superando las limitaciones de distancia convencionales en entornos abiertos.

Se alcanzaron hitos clave en la integración de hardware y software en robótica:

- **Integración de Visión:** Se vinculó con éxito el sistema de detección de objetos (procesado en una Raspberry Pi) con el control cinemático de un **brazo robótico**.
- **Movilidad Autónoma:** Se desarrolló un prototipo de **robot móvil con conectividad IoT**, capaz de desplazarse de forma autónoma para realizar el análisis de características físico-químicas del suelo.

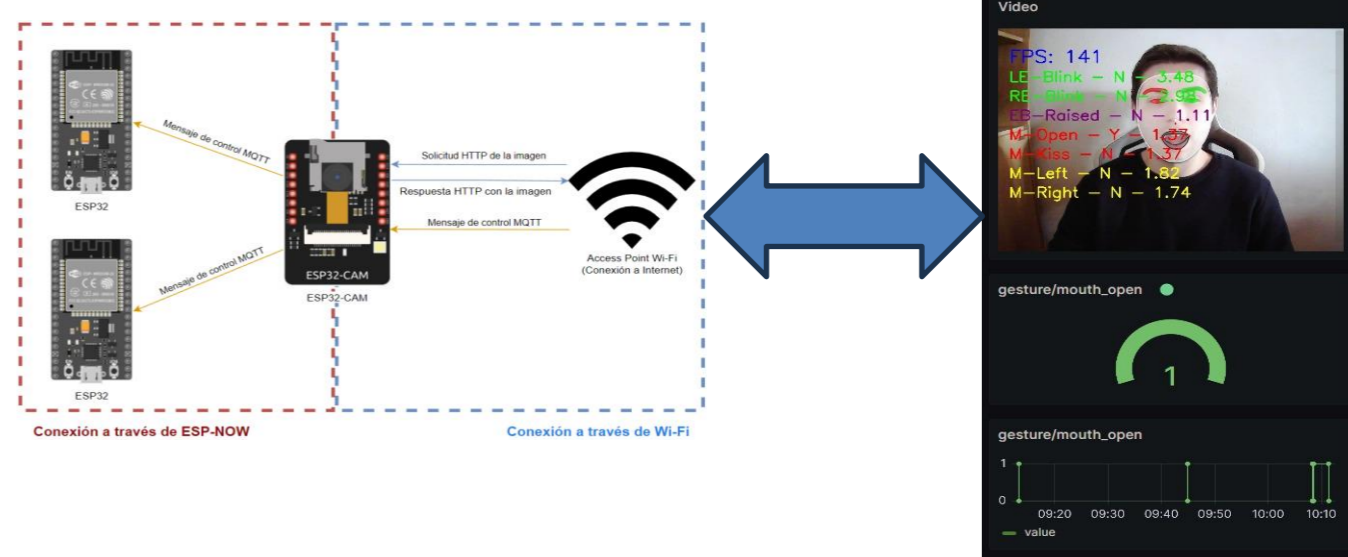


Fig. 1. sistema IoT para reconocimiento de gestos

## Referencias

- [1] F. Chazarreta, M. Busum Fradera, J. R. Osio, J. E. Salvatore, Morales D. M. "Diseño de una plataforma de servicios IoT para aplicaciones de interés social", IX CONAISI, 2022.
- [2] M. L. Osés, B. Pezet, M Salina, JR Osio, MA Cappelletti, M Morales. Técnicas de Deep Learning aplicadas a un sistema de clasificación de objetos para un recolector de residuos inteligente. 52 Jornadas Argentinas de Informática Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (JAIIO). 2023
- [3] J. Osio, J. Salvatore, M. Salina, M. Cappelletti, D. Montezanti, L. Olivera, M. Paez, F. Palacio, M. Busum Fradera, F. Chazarreta, "Nuevas tecnologías de IoT y visión artificial para el diseño de sistemas con aplicaciones de interés social", UNP, Puerto Madryn, WICC 2024.