

# Tecnologías de IoT y aprendizaje automático para la solución de problemas en el medio productivo y el cuidado del medioambiente

Jorge R. Osio<sup>1,2</sup>, Juan. E Salvatore<sup>1</sup>, Diego Montezanti<sup>1,3</sup>, Marcelo Cappelletti<sup>1,2</sup>, Mauro Salina<sup>1</sup>, Nicole Denon<sup>1</sup>, Santiago Doti<sup>1</sup>, Lucas Olivera<sup>1</sup>, Matías Busum Fradera<sup>1</sup>, Daniel Alonso<sup>1</sup>, Diego Encinas<sup>1,3</sup>, D. Martín Morales<sup>1,4</sup>

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

<sup>2</sup> Línea CeTAD - GCA - Instituto Leici - Fac. de Ingeniería -UNLP

<sup>3</sup> Instituto LIDI - Fac. de Informática -UNLP

<sup>4</sup> Codiseño HW SW para Aplicaciones en Tiempo Real - UTN - FRLP

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

## Resumen

El presente proyecto se basa en la utilización de internet de las cosas (IoT) como herramienta fundamental para proveer soluciones a problemáticas de interés social, como lo es el cuidado del medioambiente y la innovación en el sector productivo, focalizando la investigación en las técnicas de visión por computadora y aprendizaje automático. Entre los temas de investigación que se desarrollarán, se incluye el diseño e implementación de técnicas de visión por computadora con el objeto de agregar funcionalidades a un robot móvil, de manera de proveer autonomía en ambientes con obstáculos, con el agregado de control y supervisión remota mediante IoT. En esta línea, también se implementarán técnicas de visión por computadora para la clasificación de residuos reciclables mediante algoritmos de aprendizaje automático. Esta última aplicación se suma a las líneas relacionadas con el cuidado del medioambiente que se desarrollaron en el proyecto anterior. En esta propuesta se continuará con las líneas del proyecto anterior de procesamiento digital de imágenes con el agregado de técnicas de aprendizaje automático. Teniendo en cuenta que las técnicas de procesamiento de imágenes aplicadas a visión por computadora requieren alto poder de cómputo, se considera necesario determinar la tolerancia a fallos del sistema de procesamiento utilizado, para asegurar la correcta ejecución de dichos algoritmos. En relación a la detección de fallos, se propone el perfeccionamiento de la metodología desarrollada de tolerancia a fallos transitorios característicos de las arquitecturas multicore, con el objeto de aplicarlo al sistema de visión por computadora.

## Contexto

Las líneas de I/D presentadas en este trabajo están incluidas dentro del Programa TICAPPS (TIC en aplicaciones de interés social) de la Universidad Nacional Arturo Jauretche (UNAJ), Resolución N° 064/17, bajo la dirección del Dr. Ing. Martín Morales.

## 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, tolerancia a fallo, procesadores embebidos, IoT, aprendizaje automático, y robótica. En cuanto a la robótica, esta línea está en pleno desarrollo y se buscan aplicaciones innovadoras como la detección de objetos para reciclado, la capacidad de detección de señales y obstáculos para el funcionamiento autónomo mediante procesamiento de imágenes. Las líneas de I/D que se presentan en este trabajo están basadas en el estudio y desarrollo de herramientas alternativas para el procesamiento de imágenes a partir de algoritmo de procesamiento, aprendizaje automático y visión por computador.

## Temas de Estudio e Investigación

Los datos recopilados de la robótica industrial pueden suponer grandes cantidades de información dependiendo de los sensores de los que disponga y de la integración con otros sistemas. Este Big Data Industrial nos permitirá conseguir una mayor precisión en los sistemas de Machine Learning y, cuanto mayores sean los datos útiles con los que alimentemos el modelo, mejor será su aprendizaje y, por ende, sus predicciones. Los aportes originales no solo tienen que ver con el manejo de la información, sino también con las aplicaciones innovadoras que se le puede dar al aprendizaje automático en visión por computadora y robótica, donde el ejemplo más claro se muestra en la posibilidad de disponer de un sistema de reciclaje automático. También se puede innovar respecto a la visión por computador para conseguir la realización de tareas específicas mediante dispositivos robóticos en procesos particulares de la industria local. Respecto a la tolerancia a fallos, partiendo del sistema desarrollado previamente, se buscará mejorar la eficiencia en la detección de fallos.

## Resultados Alcanzados y Esperados

**Alcanzados:** La detección y clasificación de objetos reciclables, son líneas de estudio comenzadas recientemente, aunque, ya se cuenta con la implementación de los primeros modelos basados en la arquitectura de redes neuronales convolucionales (CNN). Estos modelos se desarrollaron en un entorno virtualizado obteniendo como resultado tasas de acierto cercanas al 75% (Fig. 1 A). Por otro lado, se iniciaron pruebas desarrollando modelos que hacen uso de las técnicas de aprendizaje por transferencia (Transfer Learning), en los que los resultados son prometedores, con aciertos cercanos al 84% (Fig. 1 B). También se está trabajando en la mejora continua de los set de datos utilizados para el entrenamiento de los modelos de CNN desarrollados. En el trabajo reciente, se llevó a cabo el desarrollo de una aplicación (versión Beta), implementada en un miniordenador Raspberry Pi 3 Model B+, en donde se hace uso del módulo de la cámara (pi camera) de la Raspberry para tomar fotos en tiempo real y realizar la clasificación de dicha imagen determinando que tipo de objeto reciclable se encuentra en ella. Dentro de los resultados obtenidos se está evaluando no solo el porcentaje de acierto, sino también, los tiempos de predicción. Si bien se detectó que la carga inicial del modelo de red neuronal tiene una latencia de entre 30 y 40 segundos, luego, la captura de la imagen y posterior clasificación arrojó tiempos aproximados a los 10 segundos. En cuanto a las aplicaciones en robótica, actualmente se está trabajando con un robot móvil con cámara y un brazo robótico, se espera obtener resultados a lo largo del año. Por último, se debe destacar que en cuanto a la tolerancia a fallos, se concluyó con los estudios de doctorado del Profesor Montezanti, obteniendo muy buenos resultados en sistemas de cómputo de altas prestaciones. De cualquier manera, se continúa con la línea en el nuevo proyecto de investigación.

**Esperados:** Se debe mencionar que el objetivo principal de esta línea de investigación es desarrollar nuevas técnicas y obtener resultados favorables respecto a la detección de objetos y características del ambiente aplicando técnicas de visión por computadora y aprendizaje automático. Por último, realizar el diseño y desarrollo de una metodología que permita tolerar fallos transitorios que se producen en las arquitecturas multicore (sistemas de múltiples procesadores), y que afectan especialmente la ejecución de aplicaciones paralelas de cómputo intensivo. Se espera contribuir con el cuidado del medio ambiente, a través de la detección, reconocimiento y clasificación de objetos reciclables. Además, se pretende contribuir en el desarrollo de tecnología para el sector agroindustrial, mediante diferentes aplicaciones de procesamiento de imágenes y aprendizaje automático.

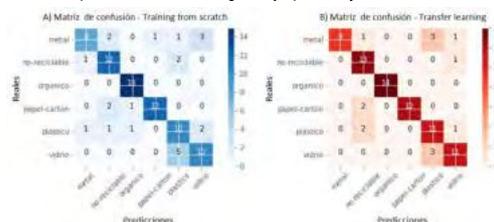


Fig. 1. Resultados en la detección de objetos reciclables (matriz de confusión)

## Referencias

- [1] L. Fatmasari Rahman, "Choosing your IoT Programming Framework: Architectural Aspects", 2016 IEEE 4th International Conference on Future Internet of Things and Cloud.
- [2] J. Osio, J. Salvatore, D. Alonso, V. Guarepi, M. Cappelletti, M. Joselevich, M. Morales, "Tecnologías de la información y las comunicaciones mediante IoT para la solución de problemas en el medio socio productivo", UNNE, Ciudad de Corrientes, WICC 2018.
- [3] J. Osio, M. Cappelletti, G. Suárez, L. Navarro, F. Ayala, J. Salvatore, D. Alonso, D. Encinas, M. Morales, "Diseño de aplicaciones de IoT para la solución de problemas en el medio socio productivo", UNSJ, San Juan, WICC 2019.
- [4] Osio J., C. Acquarone, E. Hromek, J. Salvatore, "Plataforma de desarrollo para IoT", IV conaiisi, 2017