



UNIVERSIDAD
DE
CÓRDOBA

**Instituto de Estudios de Posgrado
Universidad de Córdoba**

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN INTELIGENCIA COMPUTACIONAL E
INTERNET DE LAS COSAS**

ENTREGABLE 1

¿Qué es Internet of Things?

Autora:

Alba Márquez-Rodríguez

Profesores:

Fernando León García
José Manuel Palomares Muñoz

Córdoba, Noviembre 2023

Índice

1. Enunciado	2
1.1. Actividad 1	2
1.2. Actividad 2	2
2. Actividad 2	3
2.1. Resumen del Artículo	3
2.2. Clasificación de la Propuesta	3

1. Enunciado

1.1. Actividad 1

Encontrar en Internet una fuente científica que describa un despliegue (o propuesta) relacionada con Internet de las cosas. Utilizar para ello buscadores especializados en literatura académica (se recomienda Web of Science o Scopus: <https://www.rekursoscientificos.fecyt.es/>).

1.2. Actividad 2

Redactar un documento que contenga:

- La referencia científica con formato IEEE (se recomienda usar Crossref: <https://www.crossref.org/>).
- Resumen de no más de 500 palabras del artículo.
- Clasificación de la propuesta según los criterios vistos en el tema (si es posible), argumentando en cada caso la clasificación considerada o, en caso de que no proceda, justificación razonada.

2. Actividad 2

Referencia Científica

El artículo *An IoT system using deep learning to classify camera trap images on the edge*[1] propuesto para esta entrega se encuentra con su referencia en formato IEEE en la sección de Referencias (2.2) del documento.

2.1. Resumen del Artículo

El artículo expone que las cámaras de fototrampeo son una herramienta esencial en la ecología para el monitoreo de la vida silvestre. Sin embargo, la clasificación manual de las imágenes capturadas por estas cámaras es un proceso que consume mucho tiempo y recursos humanos. Para abordar este desafío, se ha propuesto un sistema basado en el Internet de las cosas (*IoT*) que utiliza el aprendizaje profundo para automatizar la clasificación de las imágenes de las cámaras de fototrampeo en el lugar de su captura.

Este sistema IoT consta de tres componentes principales: dispositivos *Edge Computing*, una red *LoRa-WAN* y un servidor en la nube. Los dispositivos *Edge Computing* se despliegan en el campo y tienen la función de capturar imágenes de las cámaras de fototrampeo, procesar esas imágenes mediante modelos de aprendizaje profundo y transmitir los resultados de clasificación a la nube. La red *LoRaWAN* facilita la comunicación de larga distancia y bajo consumo de energía entre estos dispositivos y el servidor en la nube. El servidor en la nube almacena los resultados de clasificación en una base de datos y da acceso a los ecologistas a través de una interfaz web.

La elección del modelo de aprendizaje profundo es muy importante para el funcionamiento del sistema, y después de evaluar varios modelos, el estudio determinó que el modelo Xception era el más preciso. Este modelo permite una alta precisión en la clasificación de imágenes de cámaras de fototrampeo.

La implementación del modelo de aprendizaje profundo se realiza en dispositivos *Edge Computing*, como la Raspberry Pi, Google Coral y la Nvidia Jetson. Entre estas opciones, la Google Coral demostró ofrecer el mejor rendimiento, lo que implica un tiempo de procesamiento muy rápido.

La eficacia del sistema se probó en un entorno natural con cámaras de fototrampeo reales, y los resultados fueron prometedores. El sistema logró clasificar las imágenes de manera precisa y con una latencia mínima, lo que significa que proporciona información en tiempo real sobre la actividad de la fauna sin necesidad de intervención humana.

En resumen, este sistema IoT podría ser una solución efectiva para el desafío de clasificar automáticamente las imágenes de cámaras de fototrampeo en el lugar de su captura manual y física. Aprovechando los dispositivos *Edge Computing* y las redes de grandes áreas y baja potencia, este sistema supera las limitaciones de la clasificación manual y proporciona a los ecologistas información valiosa y en tiempo real sobre la vida silvestre y su comportamiento. Esto tiene un gran potencial para mejorar la eficiencia de la investigación y la conservación en entornos naturales.

2.2. Clasificación de la Propuesta

Criterio de aplicación: Medioambiental y optimización. El sistema IoT propuesto se encuentra en la categoría de aplicaciones medioambientales y de optimización. Su objetivo es abaratar los costes al eliminar la necesidad de clasificación manual de imágenes de cámaras de fototrampeo y la recogida manual y física de estos, lo que reduce la intervención humana.

Criterio de objetivo: Optimizar costes de negocio. El objetivo principal del sistema es reducir los costes de clasificación y recogida de imágenes de cámaras de fototrampeo. Esto se traduce en un beneficio económico para las organizaciones y entidades que utilizan cámaras de fototrampeo.

Criterio de arquitectura: Distribuida. El sistema consta de tres componentes principales: dispositivos de *Edge Computing*, una red LoRaWAN y un servidor en la nube. Los dispositivos de *Edge Computing* son los encargados de capturar las imágenes de las cámaras de fototrampeo y clasificarlas utilizando un modelo de aprendizaje automático. La red LoRaWAN se utiliza para transmitir las imágenes clasificadas al servidor en la nube. El servidor en la nube almacena las imágenes clasificadas y las pone a disposición de los usuarios.

Esta arquitectura distribuida permite que el procesamiento de las imágenes se realice en los dispositivos *Edge Computing*, lo que reduce la carga en la red y el servidor en la nube. Además, la distribución del sistema permite que los dispositivos *Edge Computing* puedan operar de forma autónoma, sin necesidad de conectarse a la red en todo momento.

Criterio de tecnología: LoRaWAN La tecnología utilizada en el sistema propuesto es LoRaWAN. LoRaWAN es una tecnología LPWAN (Low Power Wide Area Network) que permite la comunicación de dispositivos IoT a largas distancias con un bajo consumo de energía.

LoRaWAN es una tecnología adecuada para aplicaciones IoT que requieren cobertura amplia y un bajo consumo de energía, como es el caso del sistema propuesto.

Requisitos de arquitectura: Escalabilidad, Interoperabilidad, Adaptabilidad y Seguridad

- **Escalabilidad:** El sistema debe ser capaz de escalar para adaptarse a un mayor número de dispositivos IoT. El sistema está diseñado para ser escalable, ya que los dispositivos de *Edge Computing* pueden conectarse a la red LoRaWAN de forma autónoma. Esto permite que el sistema pueda agregar nuevos dispositivos IoT sin necesidad de modificar la infraestructura de la red.
- **Interoperabilidad:** El sistema debe ser compatible con diferentes tecnologías y dispositivos IoT. El sistema utiliza la tecnología LoRaWAN, que es una tecnología abierta y compatible con una amplia gama de dispositivos IoT.
- **Adaptabilidad:** El sistema debe ser capaz de adaptarse a cambios en el entorno, como la variación de la cobertura de la red. El sistema utiliza la tecnología LoRaWAN, que es una tecnología resiliente y capaz de adaptarse a cambios en el entorno.
- **Seguridad:** El sistema debe implementar medidas de seguridad adecuadas para proteger los datos.

El sistema propuesto cumple con estos requisitos gracias a su arquitectura distribuida y a la utilización de la tecnología LoRaWAN.

Criterio de topología de red: Malla. La red LoRaWAN utilizada en el sistema es una red de malla. Esto significa que los dispositivos de *Edge Computing* pueden comunicarse entre sí, lo que permite que las imágenes clasificadas puedan transmitirse a través de la red, incluso si un dispositivo *Edge Computing* no está conectado a un servidor en la nube.

Esta topología de red es adecuada para aplicaciones IoT que requieren una cobertura amplia y una alta fiabilidad.

Criterio de grado de complejidad técnica: 4-5 El sistema propuesto tiene un grado de complejidad técnica alto. Esto se debe a que utiliza una combinación de tecnologías avanzadas, como el aprendizaje automático, las redes LoRaWAN y la arquitectura distribuida.

La utilización de estas tecnologías permite al sistema ofrecer un rendimiento y una fiabilidad elevados, pero también requiere un mayor esfuerzo de desarrollo e implementación.

Criterio de nivel de seguridad: 3 El sistema propuesto genera datos sensibles, ya que las imágenes clasificadas pueden contener información sobre la fauna y flora de una zona determinada. Por lo tanto, el sistema debe implementar medidas de seguridad adecuadas para proteger estos datos.

Criterio de nivel de compartición de información: 3 Los datos generados por el sistema son compartidos con terceros, como organizaciones y entidades públicas que a su vez puede distribuirlos a otras entidades y organizaciones públicas o privadas que se dedican a la conservación de la naturaleza.

Este nivel de compartición de información es necesario para que el sistema pueda cumplir con su objetivo de optimizar los costes de clasificación y recogida de imágenes de cámaras de fototrampeo.

En conclusión, la propuesta IoT presentada en el artículo se clasifica de la siguiente manera:

- **Criterio de aplicación:** Medioambiental y optimización
- **Criterio de objetivo:** Optimizar costes de negocio
- **Criterio de arquitectura:** Distribuida
- **Criterio de tecnología:** LoRaWAN
- **Requisitos de arquitectura:** Escalabilidad, interoperabilidad, adaptabilidad y seguridad
- **Criterio de topología de red:** Malla
- **Criterio de grado de complejidad técnica:** 4-5
- **Criterio de nivel de seguridad:** 3
- **Criterio de nivel de compartición de información:** 3

Referencias

- [1] I. Zualkernan, S. Dhou, J. Judas, A. R. Sajun, B. R. Gomez, and L. A. Hussain, “An iot system using deep learning to classify camera trap images on the edge,” *Computers*, vol. 11, no. 1, p. 13, 2022.