

SARGADRON

Castro Castro Miguel Ángel, Sánchez Ávila Dylan Andrés, Quintero Cerpa
Gustavo De Jesús, Dr. Soltero Martínez Erasmo Gabriel.

*CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS
EXACTAS E INGENIERÍAS, (CUCEI, UDG)*

miguel.castro5436@alumnos.udg.mx
dylan.sanchez2938@alumnos.udg.mx
gustavo.quintero2943@alumnos.udg.mx
erasmo.martinez@academicos.udg.mx

Resumen — Se desarrolló un sistema de detección de sargazo mediante inteligencia artificial (IA) que utiliza imágenes capturadas por un dron. La IA emplea redes neuronales y técnicas de visión por computadora para procesar las imágenes y determinar la presencia de sargazo en tiempo real. El proceso de aprendizaje automático se llevó a cabo utilizando un conjunto de datos etiquetados y se logró una alta precisión en la clasificación. El sistema permite la monitorización continua de áreas afectadas por sargazo, brindando alertas tempranas y contribuyendo así a la preservación ambiental. Con un enfoque en la eficiencia y la rapidez, este proyecto demuestra la aplicabilidad de la IA y la tecnología de drones en la solución de problemas ambientales urgentes.

Palabras claves – Inteligencia artificial, visión, redes, dron, sargazo, procesamiento, aprendizaje, alerta, entrenamiento.

Repositorio del código:

<https://github.com/CastroMiguelAngel/SARGADRON-RECONOCIMIENTO-INTELIGENTE-DE-SARGAZO>

Versión actual código: V_3.3

Licencia legal código: Creative Commons.

I. INTRODUCCIÓN

El proyecto Sargadron surge como una solución al desafío ambiental que representa la invasión de sargazo en las playas mexicanas. Para abordar esta problemática, se presenta el proyecto Sargadron, que utiliza drones autónomos y tecnología de inteligencia artificial para detectar y monitorear la presencia de sargazo en diferentes playas.

Sargadron busca proporcionar soluciones innovadoras y eficientes al predecir el avance del sargazo y brindar alertas tempranas.

El proyecto busca preservar la belleza natural de las playas y garantizar la sostenibilidad de las comunidades costeras, utilizando la inteligencia artificial y los drones como herramientas tecnológicas para mitigar los impactos negativos del sargazo.

En este apartado abordaremos aspectos relacionados con el impacto del sargazo. El proyecto Sargadron tiene como objetivo predecir con precisión el avance del sargazo hacia la playa para

tomar medidas de precaución y alertar a los comercios costeros y la industria hotelera.

Utilizando tecnología de vanguardia, como drones y redes neuronales, Sargadron tiene como objetivo detectar y reconocer de manera eficiente y precisa la presencia de sargazo. Esto se logra a través del análisis de fotografías tomadas por los drones, que son procesadas por un software especializado capaz de determinar si hay sargazo en las imágenes.

El reconocimiento rápido y eficiente del sargazo es crucial para abordar esta problemática en diferentes aspectos. Por un lado, contribuye a la conservación del ecosistema marino al permitir tomar medidas oportunas para evitar la asfixia de los corales y limitar la penetración de la luz solar. Por otro lado, tiene un impacto positivo en la industria turística al garantizar playas limpias y atractivas, lo cual promueve el desarrollo sostenible de las comunidades costeras.

II. TRABAJOS RELACIONADOS

Implementación de Drones Autónomos para Monitoreo de Playas:

La integración de drones autónomos se destacó como una elección estratégica para la captura de imágenes en entornos marinos y costeros. La tecnología de drones se aprovechó mediante la utilización de la librería djitello y la aplicación de la plataforma Trello para la gestión y programación eficiente de los vuelos de drones.

Aplicación de Inteligencia Artificial en la Detección de Sargazo:

La implementación de una red neuronal convolucional (CNN) respaldó la detección precisa del sargazo en las imágenes capturadas por los drones. Esta técnica se materializó mediante el uso de librerías como TensorFlow y OpenCV en el entorno de desarrollo PyCharm.

La elección de TensorFlow y OpenCV permitió el entrenamiento del modelo de detección y la aplicación de algoritmos de procesamiento de imágenes, respectivamente.

Siendo el lenguaje de programación Python en el cual fueron desarrollados los códigos necesarios.

Establecimiento de Sistemas de Alerta Temprana y Comunicación:

La implementación de un sistema de alerta temprana se llevó a cabo mediante la utilización de tecnologías de comunicación como sockets y la plataforma ZeroTier para VPN. La configuración de un socket facilitó la comunicación en tiempo real entre el servidor central y las computadoras cliente.

Esta comunicación permitió que las imágenes capturadas por los drones fueran transmitidas al servidor central para su procesamiento y análisis inmediatos.

Gestión de Datos y Bases de Datos Eficientes:

El almacenamiento y gestión eficientes de los datos capturados se lograron mediante la utilización de bases de datos MariaDB y tecnologías SQL.

La integración de HeidiSQL y MySQL Connector permitió una gestión efectiva de las bases de datos, asegurando la organización y la disponibilidad de los datos de imágenes y resultados de detección.

Aplicaciones Prácticas:

Las tecnologías utilizadas en el proyecto Sargadron, como el software Rustdesk y el servidor Samba para archivos permitieron la colaboración efectiva y el almacenamiento de datos.

III. DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO DEL PROYECTO

El desarrollo del proyecto se llevó a cabo de manera organizada y secuencial, integrando diversas tecnologías y etapas para lograr su implementación exitosa. A continuación, se presenta un resumen detallado de las fases clave y las tecnologías utilizadas en el proceso de desarrollo:

Configuración del Entorno Tecnológico:

Se estableció un entorno tecnológico que incluyó el uso del compilador de Visual Studio Code para la escritura y depuración de código. Esta elección permitió un flujo de trabajo eficiente y una gestión ordenada del desarrollo del proyecto.

1. *Integración de Drones Autónomos:* La implementación de drones autónomos utilizando la librería djitello para la programación y control de vuelo permitió la captura de imágenes.
2. *Entrenamiento y Aplicación de Red Neuronal Convolutiva (CNN):* Se desarrolló el código de entrenamiento y el de detección de sargazo en las imágenes capturadas.
3. *Implementación de Comunicación en Tiempo Real:* Se estableció una comunicación en tiempo real entre los drones, la computadora cliente y el servidor central utilizando tecnologías de sockets y ZeroTier VPN.
4. *Gestión de Datos con Bases de Datos MariaDB:* Se procedió con la implementación de bases de datos

MariaDB, respaldadas por tecnologías SQL como HeidiSQL y MySQL Connector.

5. *Implementación de Sistema de Alerta Temprana:* Se diseñó e implementó el sistema de alerta temprana que se activa cuando nuevas imágenes son registradas en la base de datos.
6. *Aplicaciones y Potencialidades Adicionales:* Más allá de la detección de sargazo, el proyecto exploró aplicaciones prácticas y beneficios potenciales, como el uso industrial del sargazo y su impacto en la planificación, gestión costera, así como un software de predicción de sargazo para zonas y fechas específicas.

Metodología.

En primera instancia se realizó el entrenamiento, la implementación de un clasificador de imágenes que tiene como objetivo detectar la presencia de sargazo en fotografías. Mediante la utilización de una red neuronal convolutiva (CNN) y el marco de trabajo Keras, se logra la construcción de un modelo que puede identificar de manera precisa y eficiente si una imagen contiene sargazo o no.

El proceso abarca desde la carga y preprocesamiento de las imágenes hasta la compilación, entrenamiento y almacenamiento del modelo.

1. *Carga y Preprocesamiento de Datos:* Se cargan imágenes de dos directorios diferentes.
2. *Construcción de la Arquitectura de la Red:* Se crea un modelo secuencial de Keras que sigue una arquitectura de CNN.
3. *Compilación y Entrenamiento del Modelo:* El modelo se compila utilizando el optimizador Adam y la función de pérdida de entropía cruzada binaria. Luego, se entrena el modelo utilizando las imágenes y etiquetas cargadas previamente. El entrenamiento se realiza en lotes de tamaño 32 durante 10 épocas.
4. *Guardado del Modelo:* Finalmente, el modelo entrenado se guarda en un archivo 'modelo_sargazo.keras' para su uso futuro.

Para la segunda parte, el código describe una implementación que utiliza un dron para capturar imágenes en posiciones indicadas y las almacena en una base de datos. El objetivo es obtener imágenes aéreas en múltiples alturas para su posterior análisis. La metodología se centra en el uso del dron Tello, la conexión con una base de datos MySQL y la captura de imágenes.

1. *Conexión Inicial y Configuración:* El código establece una conexión mediante sockets con un servidor para recibir una señal de procesamiento completado.
2. *Conexión y Configuración del Dron:* El dron Tello se conecta e inicia el despegue.

3. *Conexión a la Base de Datos:* Se establece una conexión a una base de datos MySQL, definida con su respectiva información de conexión.
4. *Captura y Almacenamiento de Imágenes:* El dron captura una imagen del video en vivo. La imagen se guarda en la ruta previamente establecida.
5. *Registro en la Base de Datos:* Se registra cada imagen capturada en la base de datos. Se inserta el nombre de la imagen, la fecha de captura y un ID que identifica la playa correspondiente.
6. *Aterrizaje del Dron:* Finalmente, el dron aterriza y se detiene la transmisión de video. La conexión a la base de datos se cierra y se envía una señal de procesamiento completado al servidor.

Por último, tenemos el código se encarga de predecir si las imágenes capturadas previamente contienen sargazo, utilizando el modelo previamente entrenado. Posteriormente, actualiza la base de datos con las predicciones obtenidas. La metodología se basa en cargar el modelo entrenado, predecir cada imagen que fue recibida, y actualizar la base de datos con los resultados de las predicciones.

Módulo I Justificación de Arquitectura y Programación de Sistemas

Este enfoque es construido sobre la base de la inteligencia artificial (IA), la tecnología de drones y la gestión de datos, generando un sistema capaz de detectar de la presencia del sargazo y de monitorear su evolución.

La arquitectura y programación de sistemas se convierten en elementos esenciales para lograr varios propósitos. Primero, permite la integración de tecnologías avanzadas. La fusión de la IA, los drones y las bases de datos crea una plataforma tecnológica que aborda la problemática desde diferentes perspectivas, potenciando su efectividad.

Módulo II Justificación de Sistemas Inteligentes

Se apoya en emplear enfoques avanzados de procesamiento de datos para la detección y clasificación precisa del sargazo. La implementación de métodos convolucionales es una elección estratégica que se basa en la eficacia probada de las redes neuronales convolucionales (CNN) en la identificación de patrones y características en imágenes.

El uso de métodos convolucionales se perfila como la solución óptima para el procesamiento de imágenes cuadro a cuadro y la mejora continua del rendimiento del sistema. Estos métodos permiten que el sistema aprenda y se adapte a partir de los datos disponibles. Dado que se necesita una gran cantidad de datos para el aprendizaje efectivo de la CNN, el uso de un dataset específico se vuelve crucial. La elección del mismo emplea técnicas convolucionales y la clasificación binaria contribuye a la eficacia del aprendizaje, ya que se ajusta a la naturaleza de la tarea de detección de sargazo.

Módulo III Justificación de Sistemas Distribuidos

La arquitectura distribuida, que involucra la interconexión y coordinación de múltiples componentes, juega un papel crucial en la efectividad y eficiencia de este proyecto multifacético.

La arquitectura del proyecto Sargadrón involucra una red interconectada compuesta por servidores, clientes y drones que colaboran para abordar el monitoreo y detección del sargazo en las playas.

La naturaleza escalable de los sistemas distribuidos se alinea perfectamente con el objetivo del proyecto de monitorear múltiples playas en diferentes ubicaciones. La conexión con la base de datos permite su correcta manipulación de datos a medida que se amplía el alcance del monitoreo, los sistemas distribuidos permiten incorporar fácilmente nuevos drones y **clientes sin comprometer el rendimiento general del sistema.**

IV. RESULTADOS OBTENIDOS DEL PROYECTO

- Desarrollo exitoso del código de entrenamiento de redes neuronales convolucionales para la detección de sargazo en imágenes capturadas por drones.
- Implementación efectiva del código para utilizar el modelo entrenado, permitiendo la transformación de datos en información útil y accionable.
- Creación de un sistema de control de drones mediante código, permitiendo la movilidad y recolección de datos en tiempo real.
- Diseño e implementación de una arquitectura distribuida para optimizar la eficiencia del sistema y prevenir la pérdida de datos en caso de fallos.
- Integración de un sistema de alertas tempranas basado en código, posibilitando la detección inmediata de nuevas imágenes y mejorando la capacidad de respuesta ante situaciones cambiantes.

El enfoque se precisó en desarrollar un sistema capaz de identificar y monitorear la proliferación de sargazo en las playas, aprovechando drones y sistemas de inteligencia artificial.

Una de las decisiones iniciales de importancia crítica fue la selección de un dataset adecuado. Encontrar un conjunto de datos que abordara nuestra problemática y garantizara la precisión en la detección para continuar con la implementación de la red neuronal convolucional. Esta elección proporcionó los cimientos necesarios para el entrenamiento y perfeccionamiento del modelo.

A medida que el modelo se afinaba, se comprendió que la eficiencia del sistema era tan vital como su precisión. Fue en este punto donde surgió la idea de emplear una arquitectura distribuida. Esta decisión no solo se enfocó en prevenir la pérdida de datos en caso de fallos, sino que también buscaba

mantener un procesamiento constante y rápido para respaldar las operaciones en tiempo real.

Otro punto se centró en la incorporación de alertas tempranas. Reconociendo la importancia de información en tiempo real, se diseñó un sistema de alerta que permitía la detección inmediata de nuevas imágenes capturadas por los drones. Esta funcionalidad resultó en una capacidad mejorada para mitigar riesgos y responder de manera ágil a situaciones cambiantes.

V. CONCLUSIONES Y TRABAJO A FUTURO

La creación del código de entrenamiento de redes neuronales convolucionales ha demostrado su valía al lograr una detección precisa del sargazo en imágenes capturadas por drones. Así como la implementación del código de control de drones ha permitido obtener una perspectiva única y valiosa del fenómeno del sargazo desde distintos ángulos. Esta herramienta ha reforzado la capacidad de obtener datos en tiempo real y ha mejorado la comprensión de la dinámica marina.

Perspectivas Futuras:

- *Optimización Continua del Modelo:* A medida que el proyecto avanza, surge una oportunidad crucial para refinar y mejorar el modelo de detección de sargazo.
- *Desarrollo de Modelos Multiclase:* Si bien el proyecto actual se ha centrado en la clasificación binaria para la detección del sargazo, una dirección futura podría ser la implementación de modelos multiclase. Esto permitiría no solo identificar la presencia de sargazo, sino también categorizar su cantidad y variedad.
- *Colaboración Interdisciplinaria:* El proyecto ha dejado en claro la importancia de la colaboración entre expertos en diferentes disciplinas. Trabajar con biólogos marinos, oceanógrafos y otros científicos podría enriquecer el enfoque y permitir la creación de soluciones más holísticas y efectivas.

En última instancia observamos que la exploración de nuevas aplicaciones tecnológicas en la preservación de nuestro entorno marino, junto con la adaptación constante del modelo y la colaboración con expertos afines, promete un impacto duradero en la protección de nuestros recursos naturales y en la creación de soluciones innovadoras para desafíos ambientales.

Reconocimientos

Los autores desean expresar su sincero agradecimiento al Dr. Erasmo Gabriel Soltero Martínez por su inestimable orientación y apoyo a lo largo de la realización de este proyecto. Su profundo conocimiento y experiencia en el campo de la inteligencia artificial resultaron fundamentales en cada fase del proceso. Desde la concepción hasta la implementación, el Dr. Soltero Martínez proporcionó una guía experta que permitió

superar desafíos técnicos y lograr resultados excepcionales. Su compromiso constante y su capacidad para brindar soluciones perspicaces enriquecieron el enfoque del proyecto y condujeron a la consecución exitosa de los objetivos. Estamos agradecidos por su valioso aporte.

Referencias

1. «ArcticNet 2021 Annual Scientific Meeting abstracts», *Arctic science*, pp. 1-150, feb. 2022, doi: 10.1139/as-2022-0002.
2. W. R. Asanza y B. M. Olivo, *Redes neuronales artificiales aplicadas al reconocimiento de patrones*, 2018. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12499/1/RedesNeuronalesArtificialesAplicadasAlReconocimientoDePatrones.pdf>
3. M. Abadi et al., «TensorFlow: a system for large-scale machine learning», *Operating Systems Design and Implementation*, pp. 265-283, nov. 2016, doi: 10.5555/3026877.3026899.
4. P. García, «Reconocimiento de imágenes utilizando redes neuronales artificiales», 2013. [En línea]. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/23444/1/ProyectoFinMasterPedroPablo.pdf>
5. K. Pulli, A. Baksheev, K. Komyakov, y V. Eruhimov, «Real-time computer vision with OpenCV», *Communications of The ACM*, vol. 55, n.o 6, pp. 61-69, jun. 2012, doi: 10.1145/2184319.2184337.
6. buzouuv@uv.mx, «EL SARGAZO EN LAS COSTAS MEXICANAS - Dirección de Comunicación de la Ciencia», <https://www.uv.mx/cienciauv/blog/el-sargazo-en-las-costa-mexicanas/>
7. «Enfermedad y síntomas: proliferaciones de algas marinas (agua salada) | la proliferación de algas nocivas | CDC», <https://www.cdc.gov/habs/es/illness-symptoms-marine.html>
8. «COCO - Common Objects in context», <https://cocodataset.org/#home>
9. «UCI Machine Learning Repository», <https://archive.ics.uci.edu/dataset/352/online+retail>
10. MariaDB.org, «Documentation - MariaDB.org», MariaDB.org, 13 de abril de 2023. <https://mariadb.org/documentation/>
11. S. J. Russell y P. Norvig, *Inteligencia artificial: un enfoque moderno*. PRENTICE HALL, 2004.
12. J. Torres, *DEEP LEARNING introducción práctica con keras*. Lulu.com, 2018.
13. C. Panek, *Windows Server Administration Fundamentals*. John Wiley & Sons, 2019.
14. T. Carpenter, *Microsoft Windows Server Administration Essentials*. John Wiley & Sons, 2011.
15. T. T. Teoh y Z. Rong, *Artificial intelligence with Python*. Springer, 2022.
16. V. Mirjalili y S. Raschka, *Python Machine Learning*. Marcombo, 2020.
17. A. J. Henley y D. Wolf, *Learn data analysis with Python: Lessons in Coding*. Apress, 2018.
18. L. M. Jiménez, R. Puerto, y L. Payá, *Sistemas distribuidos: arquitectura y aplicaciones*. Universidad Miguel Hernández, 2017.
19. J. M. O. Candel, *Desarrollo seguro en ingeniería del software: Aplicaciones seguras con Android, NodeJS, Python y C++*. Alpha Editorial, 2020.