

Detección de barcos en imágenes satelitales mediante técnicas de procesamiento de imágenes

Agudelo Jonathan, Aristizabal Jhostin, Montiel Gabriel

Escuela de Ciencias Exactas e Ingeniería, Universidad Sergio Arboleda

Bogotá D.C., Colombia

jonathan.agudelo02@usa.edu.co

jhostin.aristizaba01@usa.edu.co

gabriel.montiel01@usa.edu.co

I. INTRODUCCIÓN

El monitoreo marítimo es una tarea fundamental en múltiples áreas, incluyendo la seguridad nacional, la gestión de recursos pesqueros y la protección del medio ambiente. La detección automática de barcos en imágenes satelitales permite optimizar la vigilancia en mares y océanos, identificando posibles amenazas como actividades ilegales (pesca no autorizada, tráfico marítimo ilícito) o riesgos ambientales (derrame de petróleo, congestión en puertos).

Los métodos tradicionales de monitoreo marítimo, como el uso de radares o la inspección manual de imágenes satelitales, presentan limitaciones en cuanto a cobertura, precisión y costo operativo. En este contexto, el procesamiento digital de imágenes ofrece una alternativa eficiente para la detección automática de embarcaciones en grandes volúmenes de datos satelitales.

II. JUSTIFICACIÓN

El monitoreo marítimo es esencial en ámbitos como la seguridad nacional, la gestión de recursos pesqueros y la mitigación de desastres ambientales. Los océanos, que cubren más del 70% de la superficie terrestre, alberga rutas comerciales vitales para la economía global. Sin embargo, su vastedad y las condiciones dinámicas dificultan la supervisión eficiente de embarcaciones, especialmente en regiones alejadas de estaciones de vigilancia costera. En este contexto, el uso del poder satelital combinado con técnicas avanzadas de procesamiento de imágenes ofrece una solución automatizada, adaptable y de gran alcance para superar estas barreras.

Los métodos tradicionales de monitoreo, como los radares marítimos y los sistemas de identificación automática (AIS, por sus siglas en inglés), presentan limitaciones significativas. Los radares dependen de la infraestructura instalada en buques o estaciones terrestres, lo que restringe su cobertura a áreas específicas. Por otro lado, el AIS, aunque ampliamente utilizado, tiene numerosas debilidades y limitaciones. La transmisión de datos no está asegurada ni verificada, lo que puede llevar a errores o falsificaciones intencionales de la información enviada por el dispositivo. Además, existen problemas como datos faltantes, colisiones de mensajes y errores dentro de los datos, lo que disminuye la confiabilidad del sistema [1]. Adicionalmente, la inspección manual de imágenes satelitales requiere recursos humanos especializados y presenta desafíos en términos de escalabilidad y eficiencia operativa.

El uso de imágenes satelitales permite monitorear grandes extensiones oceánicas sin depender de infraestructuras físicas, proporcionando una cobertura global continua. Investigaciones

previas han demostrado la efectividad del procesamiento de imágenes en la detección de embarcaciones en entornos complejos. Por ejemplo, en el estudio “VIIRS Day/Night Band Image Processing System for Boat Detection in Java Sea, Indonesia” se desarrolló un sistema que utiliza imágenes del sensor VIIRS para la detección de barcos en el Mar de Java, demostrando la viabilidad de técnicas de procesamiento de imágenes en aplicaciones reales [2]. Asimismo, el artículo “Automated System for Ship Detection from Medium Resolution Satellite Optical Imagery” presentó un método automatizado basado en aprendizaje profundo para la detección de barcos utilizando imágenes ópticas de resolución media, resaltando la importancia de los datos satelitales en el monitoreo marítimo [3]. Además, el trabajo “High-order Spatial Interactions Enhanced Lightweight Model for Optical Remote Sensing Image-based Small Ship Detection” propuso un modelo ligero mejorado para la detección de pequeños barcos en imágenes de teledetección óptica, destacando la eficiencia y precisión en la identificación de embarcaciones de pequeño tamaño [4].

A. Técnicas de procesamiento

En este proyecto, se explorará el uso de técnicas de filtrado espacial y transformadas en el dominio de la frecuencia para resaltar estructuras de interés y mejorar la segmentación de objetos en imágenes satelitales. La aplicación de filtros de realce de bordes y la Transformada Discreta de Fourier (DFT) permitirá minimizar la interferencia del ruido oceánico y mejorar la diferenciación entre barcos y otros elementos del entorno. Estas técnicas han sido ampliamente utilizadas en el procesamiento de imágenes médicas y en sistemas de visión artificial para la detección de objetos en escenarios de alto contraste, lo que justifica su aplicabilidad en este contexto.

Dado el impacto de la detección automatizada de embarcaciones en la seguridad marítima y la protección de ecosistemas, este estudio contribuirá al desarrollo de herramientas eficientes para el análisis de imágenes satelitales. Al integrar metodologías de procesamiento digital de imágenes con datos reales del conjunto de datos MASATI v2, se espera proporcionar una solución para el monitoreo marítimo en escenarios operacionales reales.

III. DATOS A UTILIZAR

Para garantizar un análisis efectivo en la detección de barcos mediante el procesamiento de imágenes satelitales, se buscó un conjunto de datos que ofreciera imágenes reales con barcos en distintos escenarios y condiciones para evaluar técnicas de filtrado y segmentación.

A. Fuente de Datos

- *Nombre del Dataset:* Ships in Satellite Imagery.
- *Plataforma:* Kaggle
- *URL de acceso:* <https://www.kaggle.com/datasets/rhammell/ships-in-satellite-imagery>

B. Características de los Datos

1) Imágenes a utilizar:

Para este proyecto se emplearán 8 imágenes satelitales de PlanetScope, específicamente capturadas sobre las bahías de San Francisco y San Pedro en California EE.UU., ubicadas en el directorio scenes/.

2) Características Geoespaciales:

- *Fuente:* Satélites PlanetScope
- *Áreas cubiertas:* Bahía de San Francisco y Bahía de San Pedro (California, EE.UU.).
- *Tamaño de píxel:* 3 metros, lo que significa que cada píxel en la imagen representa un área de 3x3 metros en la superficie terrestre.

3) Formato y Resolución:

- *Formato:* PNG
- *Dimensiones de las imágenes:*
 - *sfbay_1.png* → 2825x1777
 - *sfbay_2.png* → 3081x1597
 - *sfbay_3.png* → 2709x1577
 - *sfbay_4.png* → 2211x1007
 - *lb_1.png* → 2001x1749
 - *lb_2.png* → 2844x1828
 - *lb_3.png* → 2393x1437
 - *lb_4.png* → 2625x1477
- *Canales:* RGB.

C. Posibles Desafíos en el Procesamiento de Imágenes.

1) *Ruido y artefactos satelitales:* Puede haber interferencias en la imagen debido a la atmósfera o a las condiciones de captura.

2) *Variabilidad en la iluminación y condiciones meteorológicas:* Diferencias en sombras y reflejos pueden afectar el procesamiento de los barcos.

3) *Presencia de otros objetos similares a barcos:* Edificaciones cercanas a puertos, boyas o estructuras flotantes pueden generar confusión.

VI. ANEXO

A continuación, se presenta un ejemplo de una imagen satelital que será procesada en el proyecto. Esta escena incluye barcos en diferentes posiciones y condiciones visuales, lo que representa un desafío en la aplicación de técnicas de filtrado y segmentación.

A. Ejemplo de Imagen y Resultado Esperado



Fig. 1: Escena con barcos en la Bahía de San Pedro Bay (Long Beach)

B. Resultado Esperado

Tras aplicar técnicas de preprocessamiento, filtrado y segmentación, se espera obtener una imagen binaria donde los barcos sean resaltados en color blanco y el fondo en negro. Esto permitirá identificar y contar con precisión las embarcaciones presentes en la escena.

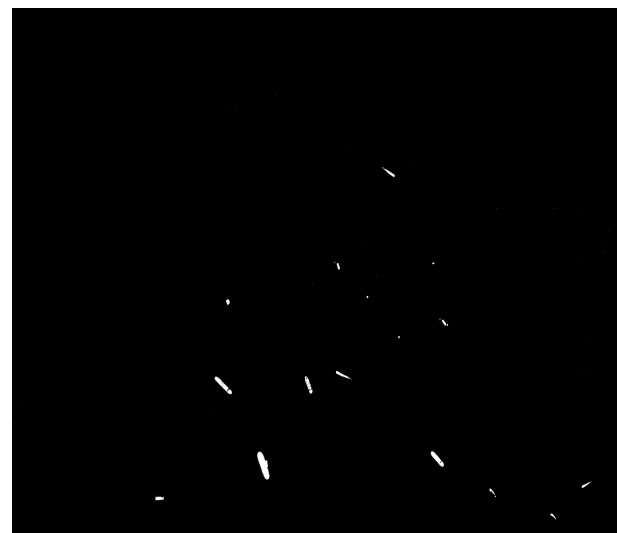


Fig. 2: Imagen segmentada donde los barcos han sido identificados y aislados del fondo.

Este resultado se logrará mediante técnicas como la conversión a escala de grises, filtrado de ruido, realce de bordes, umbralización adaptativa y operaciones morfológicas, garantizando así la correcta identificación de los barcos sin interferencia de otros elementos en la imagen.

REFERENCIAS

- [1] C. Iphar, C. Ray, y A. Napoli, “Uses and Misuses of the Automatic Identification System”, OCEANS 2019 - Marseille, 2019. Disponible en: <https://minesparsis-psl.hal.science/hal-03736713/document>
- [2] M. S. R. Sitorus, D. I. Sensuse, y E. Z. M. Salim, “VIIRS

Day/Night Band Image Processing System for Boat Detection in Java Sea, Indonesia”, Proceedings of 2022 International Conference on Data Science and Its Applications (ICoDSA), 2022. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10366711>

- [3] D. Stepec, T. Martincic, y D. Skocaj, “Automated System for Ship Detection from Medium Resolution Satellite Optical Imagery”, arXiv preprint arXiv:2104.13923, 2021. Disponible en: <https://arxiv.org/abs/2104.13923>
- [4] Y. Yin et al., “High-order Spatial Interactions Enhanced Lightweight Model for Optical Remote Sensing Image-based Small Ship Detection”, arXiv preprint arXiv:2304.03812, 2023. Disponible en: <https://arxiv.org/abs/2304.03812>