

Tecniche di AI applicate al multi-sensor vessel tracking per il monitoraggio del traffico marittimo

Giorgio Pasquali^{1[x]}, Filippo Daffina^{2[x]}, Carl Torbjorn Stahl^{3 [x]} e Simone Tilia^{4[x]}

¹ e-GEOS, giorgio.pasquali@e-geos.it

² e-GEOS, filippo.daffina@e-geos.it

³ e-GEOS, torbjorn.stahl@e-geos.it

⁴ e-GEOS, simone.tilia@e-geos.it

Abstract. Gli oceani coprono tre quarti della superficie terrestre, ospitano milioni di specie e possono assorbire il 30% dell'anidride carbonica prodotta dall'uomo. Il 14° Obiettivo di Sviluppo Sostenibile (SDG14) mira a ridurre l'inquinamento marino, ripristinare e conservare le aree e gli ecosistemi marini e costieri, porre fine alle pratiche di pesca insostenibili e migliorare la gestione delle risorse marine, per garantire sia benefici economici per tutti che la protezione dei mari e dei mari [1]. L'analisi 2023 del commercio marittimo conferma un trend di crescita continuo e progressivo, con un incremento pari a 2.4% nel 2023 ed un ulteriore 2.1% annuo atteso tra il 2024 ed il 2028 [2]. Oltre quattro quinti di tutto il commercio mondiale avviene via mare, incluso il commercio di prodotti alimentari, energia ed altri beni essenziali. Le instabilità geopolitiche in alcune regioni del mondo ed i conflitti in corso impattano inevitabilmente il trasporto delle merci via mare; la sicurezza della navigazione è minacciata da eventi di pirateria, attacchi terroristici e competizione nell'accesso alle risorse marittime. L'instabilità generale forza il cambiamento dei canonici modelli di navigazione, favorendo rotte più sicure, sebbene più lunghe e costose. Oggi più che mai la sicurezza della navigazione, su scala globale, è supportata da un più efficace impiego delle risorse satellitari dedicate al telerilevamento, dalla disponibilità di nuovi sensori caratterizzati da un'elevata risoluzione spaziale e temporale, dalla nascita di nuove famiglie di sensori satellitari dedicati al rilevazione di attività RF (Radio Frequency) e da uno sviluppo sempre più dirompente di innovativi algoritmi di Deep Learning [3] che massimizzano la capacità di sfruttamento dei dati disponibili. L'ingente quantità di dati eterogenei acquisiti tramite l'impiego di diversi sensori necessita però di nuove architetture di Geospatial-Big-Data-Analytics, capaci di armonizzare i diversi dati, abilitare l'esecuzione di tecniche data-fusion che permettano di tracciare imbarcazioni di interesse attraverso l'uso di diversi sensori e sistemi (es. AIS, immagini satellitari multi-sensore, rilevazioni RF e database delle navi). La soluzione SEonSE di e-GEOS offre capacità di monitoraggio del traffico marittimo e di tracciamento di imbarcazioni di interesse mediante una combinazione di tecniche tradizionali e tecniche innovative di Deep Learning [4] utilizzate per rilevare imbarcazioni o attività antropica dall'elaborazione di un'ampia gamma di sorgenti di informazioni: satelliti ottici (eventualmente anche con capacità di acquisizione in orari notturni) e radar, satelliti con

capacità RF, sistemi AIS e database delle navi. Le capacità di elaborazione di SEonSE trovano la massima espressione nella capacità di data-fusion tra il risultato della rilevazione dalle immagini satellitari (rilevazioni di navi o rilevazioni di luci notturne) con dati di diverso tipo, come le tracce AIS, le rilevazioni RF ed i database delle navi, per offrire una profilazione completa degli oggetti rilevati [5].

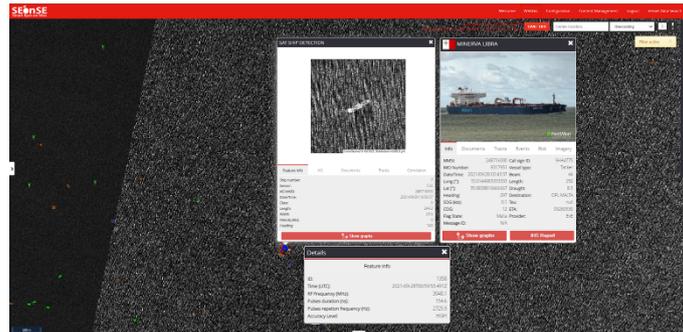


Fig. 1. Esempio di multi-sensor data-fusion: ship detection da satellite SAR, AIS, database delle navi e rilevazioni RF.

L'applicazione del processo di data-fusion permette di avere una vista completa ed integrata di ciascuna nave osservata, potendo contare sulle informazioni trasmesse mediante il sistema AIS (es. codice IMO, MMSI, nome della nave, dimensioni, bandiera e destinazione dichiarata), validandole con le informazioni estratte dalle rilevazioni satellitari, estese con le informazioni relative all'attività e la signature RF (in termini di numero e frequenza operativa dei radar di navigazione) ed a sua volta integrate con il database delle navi. I risultati di tale processo sono utili per evidenziare la presenza di dark vessels (imbarcazioni che non trasmettono AIS), comportamenti anomali, deviazioni dai comportamenti routinari (maritime patterns of life) ed attività in mare da approfondire ulteriormente.

Riferimenti bibliografici

1. European Commission, Policies, Climate, environment and energy, web page https://international-partnerships.ec.europa.eu/policies/climate-environment-and-energy/oceans_en, ultimo accesso 2024/05/27.
2. Review of Maritime Transport, United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD), Ginevra (2023).
3. G. Soldi et al., "Space-Based Global Maritime Surveillance. Part II: Artificial Intelligence and Data Fusion Techniques," in IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine, vol. 36, no. 9, pp. 30-42, 1 Sept. 2021, doi: 10.1109/MAES.2021.3070884.
4. G. Bottini, M. Corsi, F. Daffinà, S. Tilia, T. Stahl, "Custom state-of-the-art CNN algorithm for ship detection and segmentation". In 1st Maritime Situational Awareness Workshop, MSAW 2019, Lerici (2019)
5. F. Daffinà, et al., "Aggregated risk assessment from multi-source data fusion". In 1st Maritime Situational Awareness Workshop, MSAW 2019, Lerici (2019).