



# AISAR

"Applicazioni Innovative per il processamento a bordo di dati SAR"



<b>STEP 1</b> Bando Tecnologie Spaziali innovative	<b>Data Inizio</b> 22/02/2024
<b>TRL Target: 5</b>	<b>Durata</b> 18 Mesi

## SINTESI PROGETTO

AISAR è un progetto di ricerca che mira a rivoluzionare l'elaborazione dei dati radar ad apertura sintetica (SAR) direttamente a bordo dei satelliti. Tradizionalmente, il processamento delle immagini SAR avviene a terra, richiedendo ai satelliti di trasmettere grandi volumi di dati grezzi, con elevati costi di comunicazione e limitazioni nelle applicazioni in tempo reale. Integrando algoritmi di focalizzazione e compressione SAR basati su intelligenza artificiale direttamente a bordo, AISAR riduce la necessità di trasmissione dati mantenendo alta la qualità delle immagini. Inoltre, il progetto dimostra l'utilità operativa dei dati SAR elaborati nello spazio attraverso applicazioni come il rilevamento di navi, evidenziando il valore strategico di un'elaborazione autonoma. Questa innovazione ottimizza l'efficienza dei satelliti, riduce la dipendenza dalle infrastrutture terrestri e abilita applicazioni più tempestive nel monitoraggio ambientale, nella sicurezza e nella gestione delle emergenze.

## PRINCIPALI ATTIVITÀ

**Sviluppo dell'Algoritmo di Focalizzazione SAR:** Sviluppo di un algoritmo ibrido di focalizzazione SAR che combina la compressione in range tradizionale con una compressione in azimuth basata su Deep Learning, riducendo il carico computazionale a bordo mantenendo la qualità dell'immagine. Questo approccio, unito alla sua implementazione su dispositivi embedded di classe spaziale, consente un'elaborazione efficiente dei dati SAR direttamente a bordo.

**Compressione Onboard con CAE:** È stato progettato un Convolutional AutoEncoder (CAE) per la compressione dei dati direttamente a bordo. Il modello CAE apprende rappresentazioni latenti compatte e ricostruisce le immagini mantenendo un'elevata qualità percettiva, raggiungendo un rapporto di compressione pari a 8. Il modello è stato addestrato utilizzando funzioni di perdita basate su SSIM ed è stato valutato mediante metriche SSIM e PSNR.

**Rilevamento delle Navi a bordo:** Sviluppo di un modello basato su deep learning per il rilevamento delle navi direttamente a bordo utilizzando i dati SAR focalizzati tramite approccio DL. Il modello consente la localizzazione in tempo reale delle navi direttamente sul satellite, supportando applicazioni come la sorveglianza marittima e la risposta rapida alle attività delle imbarcazioni.

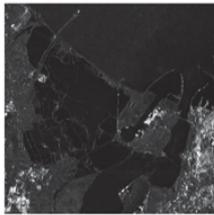
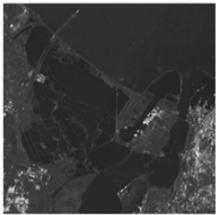
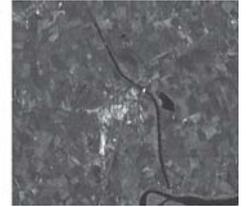
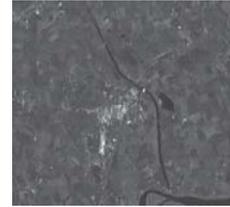


Immagine focalizzata utilizzando un approccio classico (a sinistra) e un metodo basato su DL (a destra).



Rilevamento di imbarcazioni in un esempio di test.



Valutazione visiva del modello di compressione CAE per un campione. Sinistra: immagine originale; Destra: immagine decompressa.

### Distribuzione dei Modelli su Piattaforme Embedded:

I modelli proposti per la focalizzazione, la compressione e il rilevamento di navi sono stati ottimizzati e quantizzati (FP16 per dispositivi GPU mentre INT8 per FPGA) per la distribuzione su piattaforme embedded. Le prestazioni in inferenza sono state misurate in frame per secondo (FPS), utilizzando patch di dimensioni 256x256 per la focalizzazione e la compressione, e patch di 512x512 per il rilevamento degli oggetti.

Device	Focusing	Detector	Compressor
	FPS	FPS	FPS
Xavier @10 W	34	19.6	400.0
Orin @30 W	38	120.5	960.2
Versal	51	101.2	1425.1
UltraScale+	4	16.4	312.4

## AMBITI APPLICATIVI

AISAR migliora le capacità dei satelliti SAR, abilitando nuove applicazioni in diversi settori:

- **Sorveglianza Marittima:** Rilevamento in tempo reale delle imbarcazioni per una maggiore sicurezza e un controllo più efficiente del traffico marittimo.
- **Autonomia Operativa Satellitare:** Elaborazione e interpretazione dei dati SAR direttamente a bordo, riducendo la dipendenza dalle stazioni di terra e migliorando l'efficienza operativa.
- **Monitoraggio Ambientale:** Osservazione degli effetti dei cambiamenti climatici, della deforestazione e delle variazioni nell'uso del suolo.
- **Gestione delle Emergenze:** Rilevamento e analisi più rapidi di disastri naturali come alluvioni, terremoti e incendi, migliorando la capacità di risposta alle emergenze.

## TEAM

Il consorzio del progetto AISAR è composto da:

- **AIKO:** <https://aikospace.com/>
- **GEO-K:** <https://www.geo-k.co/>

