A³

Autonomous Adaptive Assembling for Rendezvous and Docking Control

STEP 1 **Bando Tecnologie Spaziali Innovative**	**Data Inizio** **15/05/2025**
TRL Target: 3/4	**Durata** **24 Mesi**

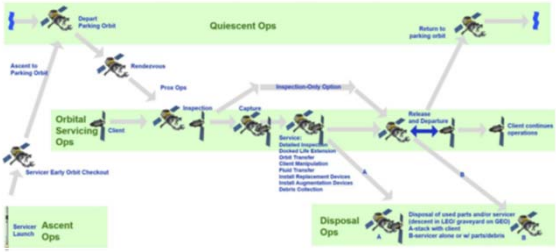
SINTESI PROGETTO

Il progetto A3 si concentra sullo sviluppo e la validazione di un sistema autonomo di guida, navigazione e controllo per veicoli spaziali che eseguono operazioni di servicing in orbita (IOS). L'innovazione principale risiede nell'utilizzo di tecniche ibride di intelligenza artificiale (AI) per il processo decisionale a bordo. Il campo di applicazione chiave è il Servicing in Orbita (IOS), che comprende attività come la riparazione di satelliti, il rifornimento di carburante, la rimozione di detriti e l'assemblaggio in-spazio di grandi strutture. Il progetto mira a migliorare significativamente l'autonomia dei veicoli spaziali in queste operazioni critiche. Gli obiettivi tecnici specifici includono il raggiungimento di una rapida riconfigurabilità delle traiettorie relative per un avvicinamento sicuro e preciso, operazioni robuste in stretta prossimità e un assemblaggio controllato, anche con scenari operativi variabili. Il progetto progredirà da semplici scenari con un singolo "chaser" a complessi scenari di volo in formazione con più "chaser". L'obiettivo è sviluppare e testare in laboratorio queste tecnologie per raggiungere un Livello di Maturità Tecnologica (TRL) di 3/4, con una forte enfasi sulla verifica funzionale secondo lo standard ECSS.

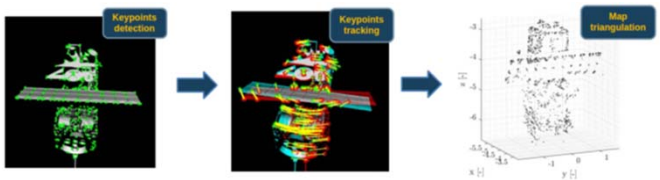
PRINCIPALI ATTIVITÀ

Le attività principali del Progetto A3 possono essere sintetizzate come segue:

- **Definizione dell'Ambito e dei Requisiti del Progetto:** Questa fase iniziale prevede la definizione approfondita degli scenari di servicing in orbita, delineando i requisiti sia per il sistema assemblato complessivo sia per la specifica configurazione sperimentale.
- **Progettazione del Sistema GNC Adattativo:** Questa fase cruciale si concentra sulla progettazione dettagliata dei componenti software e hardware per il sistema adattativo di Guida, Navigazione e Controllo (GNC), inclusa la sua architettura computazionale.
- **Implementazione del Sistema GNC Adattativo:** Questa attività prevede lo sviluppo e la codifica effettivi degli algoritmi prototipali di navigazione, guida e controllo, seguiti dalla loro integrazione sull'architettura hardware scelta.
- **Test del Software GNC:** Uno sforzo significativo è dedicato al test rigoroso degli algoritmi GNC sviluppati, principalmente attraverso test funzionali e simulazioni Processor-in-the-Loop (PIL), per garantirne il corretto funzionamento.
- **Analisi dei Risultati e Pianificazione dello Sviluppo Futuro:** La fase finale prevede la valutazione dei risultati del progetto, la valutazione dell'applicabilità del sistema a scenari di servicing reali, la conduzione di analisi dei rischi e dei costi per il software e l'hardware, e la definizione di una roadmap per lo sviluppo futuro.



Schema concettuale delle fasi di manutenzione orbitale



Tecniche di triangolazione e mappatura delle caratteristiche dall'elaborazione delle immagini

AMBITI APPLICATIVI

Un obiettivo fondamentale è raggiungere la rapida riconfigurabilità delle traiettorie relative. Ciò è cruciale per diverse fasi del servicing orbitale, incluse le seguenti applicazioni rilevanti:

Avvicinamento: Manovrare in modo efficiente e sicuro il veicolo spaziale di servicing (chaser) verso il bersaglio.

Operazioni in Stretta Prossimità: Garantire robustezza e adattabilità durante la fase delicata in cui il chaser è molto vicino al bersaglio.

Controllo dell'Assemblaggio: Controllare con precisione i componenti assemblati per minimizzare il rischio, specialmente data l'elevata variabilità dello scenario operativo.

TEAM

Il consorzio del progetto A³ è composto da:

- ***Politecnico di Milano - Dipartimento di Elettronica, Informazione e Bioingegneria (prime)***: https://www.deib.polimi.it/ita/home
- ***Politecnico di Milano - Dipartimento di Scienze e Tecnologie Aerospaziali (sub-co)***: https://www.aero.polimi.it/it
- ***Leonardo Electronics (sub-co)***: https://electronics.leonardo.com/en/home