



OPERATIVE

Soft-GPU per processamento dati intelligente e applicazioni avanzate a bordo



STEP 1 Bando Tecnologie Spaziali Innovative	Data Inizio 22/07/2024
TRL Target: 4	Durata 24 Mesi

SINTESI PROGETTO

La crescente richiesta computazionale dei nuovi algoritmi data-centrici spinge i principali integratori satellitari e costruttori di payload a sviluppare soluzioni hardware/software dedicate, con tempi di progettazione lunghi e necessità di personale specializzato. Il progetto OPERATIVE, guidato da IngeniArs e dal Politecnico di Milano, ha una durata di 24 mesi e si pone l'obiettivo di invertire questa tendenza offrendo una soluzione versatile e robusta per applicazioni spaziali: una soft-GPU, ovvero un soft-core che replica una GPU commerciale. Questa tecnologia accelera l'elaborazione di algoritmi complessi (es. AI e CV) direttamente a bordo del satellite, consentendo il processamento di dati ancillari e scientifici e offrendo strumenti di sviluppo dedicati per semplificare la programmazione.

PRINCIPALI ATTIVITÀ

L'attività prevista nel progetto OPERATIVE è divisa in diverse fasi.

La prima è l'analisi dello stato dell'arte e la definizione dei requisiti di progetto. Nello specifico, vengono analizzate le soluzioni presenti sul mercato per accelerare l'hardware di volo. Contestualmente vengono anche analizzati i principali algoritmi di navigazione attualmente utilizzati nelle missioni satellitari. Le informazioni ricavate dall'analisi dello stato dell'arte vengono usate per definire i requisiti della soft-GPU e degli algoritmi di navigazione autonoma, da dover implementare sulla soft-GPU.

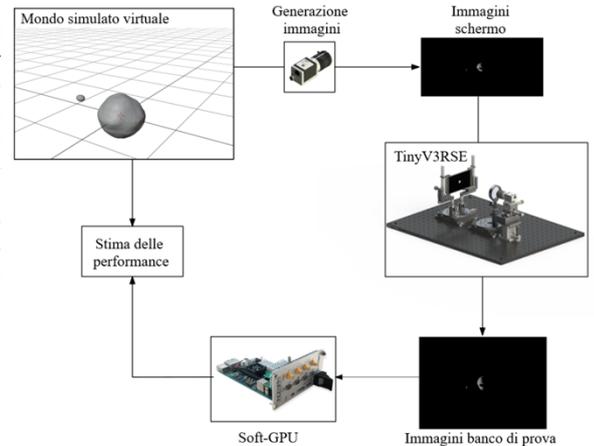
La seconda fase dell'attività prevede lo sviluppo della soft-GPU, sia nelle sue parti firmware che software. Entrambe le parti vengono poi sottoposti a una estensiva campagna di testing, e successivamente vengono caratterizzati sulla tecnologia target, basato su FPGA. Nello specifico, la AMD Xilinx ZCU104 devkit viene utilizzato per l'implementazione.

Successivamente gli algoritmi di navigazione autonoma scelti per questa attività vengono implementati, verificati e caratterizzati. Successivamente vengono implementati sulla soft-GPU, implementata nella tecnologia AMD Xilinx ZCU104 devkit.

L'ultima fase, particolare rilevanza scientifica ed industriale, prevede una estensiva campagna di validazione per la soft-GPU e per gli algoritmi di navigazione autonoma implementati, per valutarne le prestazioni. La fase di validazione Per farlo, viene dapprima sviluppato un ambiente di validazione, la cui architettura è rappresentata nell'immagine riportata sotto:

Il soft-core della soft-GPU, sintetizzata a bordo su una scheda FPGA viene installata nel banco ottico sperimentale TinyV3RSE, già sviluppato dal Politecnico di Milano. Un server dedicato mostra immagini, tramite uno schermo ad alta risoluzione, della Luna catturate attraverso una fotocamera COTS, conforme alle specifiche delle missioni cislunari. In questa maniera immagini dell'ambiente spaziale vengono acquisite dalla fotocamera e inviate alla scheda contenente il soft-core della soft-GPU che le processa, restituendo una la posizione della sonda spaziale intorno alla Luna.

Quest'ultima, infine, viene confrontata con il setting impostato nel mondo simulato virtuale per comprendere la qualità della soluzione ottenuta. In contemporanea la soft-GPU viene caratterizzata in termini di potenza e calcoli effettuati al secondo durante la simulazione a ciclo chiuso.



AMBITI APPLICATIVI

La soft-GPU sviluppata rappresenta una soluzione ottimale per accelerare il processamento dati a bordo del satellite. Le applicazioni possono essere molteplici, ad esempio:

- **Processamento di immagini prodotte da camere a bordo, per osservazione della terra.** Alcuni esempi di algoritmi basati su Intelligenza Artificiale che possono essere eseguiti sulla soft-GPU sono rilevamento di nuvole e riconoscimento dei contorni
- **Accelerazione di algoritmi di navigazione,** sia per la correzione della rotta del satellite che per l'atterraggio su un pianeta (esempio la Luna).
- **Compressione dei dati scientifici,** per diminuire il consumo della memoria di massa del satellite e il quantitativo di dati da inviare verso la terra durante le operazioni di downlink.

TEAM

Il consorzio del progetto OPERATIVE è composto da:

- **IngeniArs (prime):** <https://www.ingeniars.com/>
- **Politecnico di Milano (sub-co):** <https://www.polimi.it/>