



FOPAC

Focal Plane in-flight Active motion Control for high-performance imaging



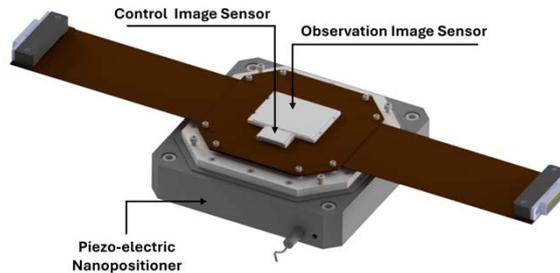
STEP 1 Bando Tecnologie Spaziali Innovative	Data Inizio 09/04/2025
TRL Target: 4	Durata 24 Mesi

SINTESI PROGETTO

FOPAC propone lo sviluppo di un avanzato sistema di imaging per payload elettro-ottici impiegati in applicazioni di osservazione della Terra (EO) su piccoli satelliti in orbita terrestre bassa (LEO) e molto bassa (VLEO), al fine di migliorare la qualità delle immagini in termini di risoluzione spaziale e rapporto segnale/rumore (SNR). Queste piattaforme spesso presentano telescopi con apertura e lunghezza focale limitate e sistemi di controllo d'assetto poco accurati. FOPAC propone lo sviluppo di un piano focale con un sistema di controllo attivo per la posizione della matrice dei pixel, basato su un attuatore piezoelettrico di alta precisione e capacità di displacement nanometrico. FOPAC può essere utilizzato per implementare tecniche di stabilizzazione attiva del piano focale e modalità di acquisizione «pixel-shifting». La stabilizzazione attiva mitiga effetti di sfocatura (motion blur) e consente l'adozione di tecniche avanzate di Time Delay Integration (TDI) per migliorare l'SNR. La modalità «pixel-shifting» consente l'acquisizione di due o più immagini dello stesso target con displacement pari ad un sub-pixel, facilitando l'implementazione di tecniche di super-risoluzione multi-immagine.

PRINCIPALI ATTIVITÀ

Il progetto FOPAC prevede lo sviluppo elettronico e termo-meccanico di un sistema di controllo attivo della posizione della matrice dei pixel per piani focali basato su attuatore piezoelettrico. Le attività saranno verificate su un breadboard (TRL4). Il sistema consta in un piano focale equipaggiato con due sensori, il primo ad elevata risoluzione è dedicato all'imaging. Il secondo sensore, a bassa risoluzione ed elevato frame rate, fornisce un segnale di feedback all'interno di un sistema di controllo a ciclo chiuso basato su nano-posizionatore piezoelettrico. L'obiettivo è stabilizzare il piano focale in modo da sofferire alle limitate prestazioni del controllo di assetto della piattaforma ed in particolare alla instabilità di puntamento che ha un impatto significativo sulla qualità delle immagini. Una stabilizzazione del piano focale, in grado di compensare i jitter della piattaforma che sono causa della instabilità, consente di poter aumentare il tempo di esposizione e quindi aumentare l'SNR e/o a parità di tempo di esposizione consente di ridurre il motion blur e quindi migliorare l'MTF.



Il progetto FOPAC comprende l'implementazione della successiva stabilizzazione. L'errore di puntamento è successivamente utilizzato per generare un segnale di controllo dell'attuatore per la stabilizzazione del piano focale.

Il segnale di feedback fornisce un segnale di feedback all'interno di un sistema di controllo a ciclo chiuso basato su nano-posizionatore piezoelettrico.

Il controllo attivo del piano focale, consente al contempo, di modificare la posizione "x, y" della matrice di pixel del sensore di imaging, rispetto al boresight, nell'ordine di frazioni di pixel. La modalità «pixel-shifting» consente l'acquisizione di due immagini relative allo stesso target ma sfalsate di mezzo pixel l'una rispetto all'altra lungo le direzioni along-track ed across-track. Il progetto FOPAC prevede l'implementazione di algoritmi avanzati di super risoluzione basati su questa specifica modalità di imaging al fine di incrementare la risoluzione spaziale oltre i limiti imposti dalle dimensioni fisiche dell'ottica.

AMBITI APPLICATIVI

Il sistema FOPAC è destinato a missioni di osservazione della Terra basate su piccole piattaforme satellitari, operanti in orbite LEO e VLEO. FOPAC consentirà di stabilizzare il piano focale durante la fase di imaging ed incrementare la risoluzione spaziale attraverso l'acquisizione «pixel-shifting» e l'ausilio di innovative tecniche di super-risoluzione. La stabilizzazione attiva del piano focale fornita dal sistema FOPAC permetterà di prolungare i tempi di esposizione o implementare tecniche di TDI, necessarie al miglioramento dell'SNR in missioni caratterizzate da elevata speed-to-ground e brevi tempi di esposizione, come quelle in LEO e VLEO. La stabilizzazione del puntamento consente di ridurre il fenomeno di *motion blur* generato dal moto relativo della piattaforma, preservando la qualità dell'immagine in termini di contrasto (MTF).

TEAM

- **TSD-Space (prime):** <https://www.tsd-space.it/>