

Titolo Progettazione e ottimizzazione delle procedure di integrazione e collaudo di sistemi ottici complessi nella produzione industriale. Realizzazione del sistema di ottiche dell'obiettivo per il telescopio Flyeye

Dottorando: Stefano Vincenzo Scordamaglia

L'attività di ricerca proposta è finalizzata allo sviluppo ed ottimizzazione delle procedure di integrazione, collaudo e verifica di sistemi ottici complessi. In particolare, si farà riferimento al progetto del telescopio **Flyeye** sviluppato da OHB italia e con cui collabora la Gestione Silo presso cui effettuerò il dottorato. Il telescopio Flyeye è sviluppato per conto dell'ESA, European Space Agency, e dall'ASI, Agenzia Spaziale Italiana, dedicato alla Space Surveillance & Tracking (SST), monitoraggio spaziale ai fini della sicurezza. Il Flyeye è un telescopio di nuova concezione, tutta italiana che grazie alle sue caratteristiche è capace di osservare, ad ogni esposizione, grandi porzioni di cielo per andare a monitorare gli oggetti nella **MEO**, medium Earth Orbit. Verranno installati quattro telescopi in diverse posizioni geografiche intorno al globo, sia nell'emisfero settentrionale che in quello meridionale e il primo si prevede verrà installato entro il 2023 sul monte Mufara in Sicilia. L'installazione di questi quattro telescopi permetterà di incrementare le attività di monitoraggio dei detriti spaziali in modo da mitigare il rischio di collisione di asset spaziali con altri veicoli spaziali operativi o detriti spaziali.

I telescopi Flyeye saranno in grado di tracciare gran parte dei detriti spaziali e permetteranno di calcolare le loro traiettorie individuando potenziali pericoli per le infrastrutture orbitali e gestire le eventuali manovre anticollisione. La rete dei telescopi Flyeye sarà dotata di un software avanzato che permetterà la realizzazione di un catalogo che tratterà tutti gli oggetti orbitanti, oltre una certa soglia di dimensioni, nella fascia orbitale medio- alta dell'atmosfera.

Il telescopio flyeye è un telescopio innovativo con un sistema di osservazione ad occhio di mosca in cui ogni immagine è suddivisa in 16 sotto immagini con un campo di vista largo di $6.7^\circ \times 6.7^\circ$ che permette di coprire una grande area del cielo in un'unica notte in modo da ridurre la possibilità di mancare qualunque oggetto interessante.

Il telescopio è composto da uno specchio primario sferico di 1.5 m di diametro realizzato in Zenodur. La luce viene convogliata su uno specchio su un beam splitter composto da uno specchio con sedici facce che splitta i raggi in sedici canali e tramite delle ottiche asferiche li convoglia verso sedici obiettivi dove sono posizionati delle camere CCD di basso rumore con pixel che coprono 1.5 arcsec

La costruzione di questi obiettivi è affidata a Gestione SILO specializzata nella produzione ed integrazione di sistemi ottici complessi e di precisione, avrà il compito di realizzare parte dei 64 obiettivi oggetto della missione, dalla produzione dei componenti alla integrazione e collaudo finale.

Parte del lavoro di dottorato consiste nella preparazione di questi ognuno dei quali è composto da 12 lenti sferiche con un diametro di queste fino a 196 mm. Sono utilizzate per produrre queste lenti diversi tipi di materiale con diversi indici di rifrazione e dovranno correggere le diverse aberrazioni introdotte dalla lente sferica dello specchio primario e dalle lenti asferiche. Queste lenti andranno montate con cura su una meccanica. Per semplificare il montaggio il barrel è diviso in cinque sezioni in modo da avere cinque barrel che andranno poi assemblati assieme in modo da semplificare il lavoro di allineamento delle lenti. Per ognuno di questi barrel si dovrà andare a centrare la meccanica utilizzando un comparatore di precisione e poi si utilizzerà particolare cura nella ricerca del metodo

di centratura delle lenti all'interno dei singoli barrel: l'allineamento dell'asse ottico con l'asse meccanico richiede particolare attenzione ed è uno dei passaggi fondamentali per la riuscita dell'intera operazione di integrazione, essendo il decentramento uno dei principali offender dei sistemi ottici come i telescopi

Dovrò effettuare varie simulazioni numeriche in modo da allestire un set-up dedicato per la centratura dei vari sottosistemi e durante il dottorato, allestirò dei banchi di prova che simulino in tutto e per tutto il telescopio. Per questo si realizzeranno dei pin-hole su un supporto meccanico in cui andranno montati dei LED in modo da avere una simulazione della luce proveniente dalle stelle che insieme ad un gruppo di lenti la prima che serve a focalizzare la luce proveniente dai Led e le altre tre che vanno ad estendere il campo di vista simulano la luce che effettivamente arriverà agli obiettivi dopo il passaggio dallo specchio primario e dal CBS e ciò ci permetterà di andare a correggere tutte le possibili aberrazioni che derivano da un non corretto allineamento.

Tutti gli elementi ottici e meccanici devono essere collaudati e misurati con l'utilizzo delle più sofisticate attrezzature come interferometri, tastatori meccanici di precisione, spettrometri. Sarà anche necessario lo studio e realizzazione dei metodi di stitching delle immagini interferometriche per la ricostruzione dell'intera superficie misurata con l'uso di software di elaborazione dati: i casi di superfici ottiche superiori in diametro al campo di vista strumentale, richiedono la suddivisione dell'immagine del campione in tante parti più piccole rendendo la misura finale non accurata e incompleta. Con lo stitching è possibile ricostruire con analisi numeriche un'unica immagine di una superficie ottica di grandi dimensioni suddividendo la misura in diverse matrici e collegandole assieme ricostruendo i punti in comune rendendo la misura di collaudo estremamente efficace e accurata.

Particolare importanza rivestirà il collaudo finale di ogni telescopio integrato. Con l'uso di interferometri e sensori di fronti d'onda, verrà misurato il WaveFront error per la valutazione della qualità ottica dell'immagine. Con l'uso di interferometri e sensori di fronti d'onda, verrà misurato il WaveFront error per la valutazione della qualità ottica dell'immagine. Per andare a effettuare questo studio sarà necessario un lavoro di preparazione di un tavolo ottico dedicato a questa attività di test. Inoltre è stata preparata una stazione di Test che permetterà di simulare il fronte d'onda con la stessa forma di quello che viene generato all'interno del telescopio. Con questo metodo, integrato agli altri controlli, sarà quindi possibile ridurre al minimo le aberrazioni dell'immagine.

L'obiettivo per il Telescopio Flyeye è composto da 12 lenti con diversi materiali e diversi trattamenti per ognuna di queste. Parte del lavoro di ricerca nel corso dei tre anni di dottorato consisterà nell'andare a studiare tramite metodi interferometrici la qualità delle diverse lenti prima e dopo il trattamento. Questo studio è reso possibile anche dal gran numero di obiettivi che verranno preparati per questo progetto, sedici per ogni telescopio. Lo studio delle aberrazioni permette di comprendere eventuali errori di montaggio solo dopo accurate simulazioni, test ed analisi numeriche, che dovrò effettuare, confrontandosi ogni volta con la risoluzione del problema riscontrato.

Sintesi proposta progetto di dottorato
Dottorando: Stefano Vincenzo Scordamaglia

La tematica della ricerca proposta è finalizzata allo sviluppo ed ottimizzazione delle procedure di integrazione, collaudo e verifica di sistemi ottici complessi, come telescopi, spettrometri o periscopi che verranno installati su sonde spaziali, satelliti o su sistemi osservativi terrestri.

L'attività di ricerca proposta avrà come riferimento il progetto del telescopio Flyeye finanziato dall'Agenzia Spaziale Italiana, dedicato alla Space Surveillance & Tracking (SST), monitoraggio spaziale ai fini della sicurezza.

La ricerca sarà incentrata sullo studio e successiva applicazione dei metodi di integrazione e collaudo più avanzati per soddisfare gli sfidanti requisiti di sistema fissati dal team scientifico. Tutti gli elementi ottici e meccanici devono essere collaudati e misurati con l'utilizzo delle più sofisticate attrezzature come interferometri, tastatori meccanici di precisione, spettrometri.

Particolare importanza rivestirà il collaudo finale di ogni telescopio integrato. Con l'uso di interferometri e sensori di fronti d'onda, verrà misurato il WaveFront error per la valutazione della qualità ottica dell'immagine. Per andare a effettuare questo studio sarà necessario un lavoro di preparazione di un tavolo ottico dedicato a questa attività di test.

L'obiettivo per il Telescopio Flyeye è composto da 12 lenti con diversi materiali e diversi trattamenti per ognuna di queste. Parte del lavoro di ricerca consisterà nell'andare a studiare tramite metodi interferometrici la qualità delle diversi lenti prima e dopo il trattamento.