



## "MATHEO: Definizione del modello ottimo di proiezione geografica di immagini satellitari"

Bando INdAM (Istituto Nazionale di Alta Matematica "Francesco Severi").  
Scadenza 28 giugno 2022.

Scarica [bando](#), [allegato bando](#) e [modulo adesione](#) sul sito web INdAM.

### Descrizione e obiettivo

La crescita delle missioni spaziali per l'osservazione della Terra ha portato negli ultimi anni alla disponibilità di un'enorme quantità di dati satellitari che sono parte della catena produttiva dell'Osservazione della Terra (OT).

I dati vengono però acquisiti secondo modalità specifiche del sistema satellite-sensore di ogni missione ed anche secondo le condizioni al momento dell'osservazione. Condizione necessaria quindi perché le informazioni contenute nei dati raccolti in tempi diversi e anche da fonti diverse, siano utilizzabili all'interno della catena produttiva di prodotti e servizi è che siano riportati ad un sistema di riferimento universale e condiviso.

Questo processo di "correzione" include sia il loro contenuto radiometrico, sia le distorsioni geometriche dovute alle condizioni di acquisizione. Per forma geometrica, i dati grezzi non corrispondono infatti ad alcuna proiezione specifica dell'immagine sul terreno secondo sistemi di coordinate cartografiche.

Il processo di geocodifica e ortorettifica, responsabile di queste correzioni geometriche, è quindi un passaggio fondamentale per consentire misurazioni dirette e accurate di distanze, angoli, posizioni e aree su immagini satellitari. La corretta geocodifica di un dato ottico (acquisito cioè con sensori sensibili alle frequenze ottiche) grezzo, fa uso di modelli matematici di proiezione, che sono idealmente basati sulla caratterizzazione del sensore, sulla conoscenza delle condizioni di acquisizione e dell'area osservata.

Tipicamente ogni dato satellitare è dotato di un modello, ma nella pratica questo insieme di conoscenze non è abbastanza preciso da permettere una geocodifica sufficientemente accurata per la catena produttiva. Una valida soluzione è basata su modelli (completi o aggiuntivi) che utilizzano come dati ausiliari, i cosiddetti Ground Control Point (GCP), ovvero target limitati sulla superficie terrestre la cui posizione geografica è nota con accuratezza elevata e certificata. La capacità di effettuare la geocodifica in modo accurato è strategica per la valorizzazione dei sistemi satellitare nella catena produttiva. Il passaggio che porta il dato all'accuratezza richiesta dall'utente finale è però oggi delegato all'utente stesso. Esistono strumenti e sistemi che implementano tali capacità, ma tutti necessitano dei dati esterni e della perizia (esperta) dell'utilizzatore. Un servizio automatico in grado di produrre l'accuratezza richiesta avrebbe grande valore di mercato, considerata anche la mole di dati di OT oggi prodotti e non utilizzati.

L'automazione di un tale sistema ha diverse criticità. Obiettivo del progetto di ricerca è indagare e risolvere il punto che più di tutti limita oggi l'automazione, ovvero la capacità di migliorare o costruire ex-novo un modello matematico del sistema satellite-sensore-target che faccia uso di GCP. Il modello utilizzato definito dallo standard internazionale è il Rational Function Model, costituito da una coppia di polinomi razionali fratti del terzo ordine, caratterizzato da 78 coefficienti polinomiali (RPC, Rational Polynomial Coefficients), che modella le distorsioni, e che mette in relazione le coordinate di ciascun pixel all'interno dell'immagine, riga e colonna, con le sue coordinate geografiche, cioè latitudine, longitudine e altezza.

Valutare il modello o un suo miglioramento usando i GCP comporta la risoluzione di un problema matematico complesso e mal condizionato. Le informazioni sulla posizione dei GCP costituiscono i vincoli per il modello, ma anche queste hanno un livello di accuratezza variabile (in base a dati e processi con cui sono generate) e le possibili mancanze di coerenza portano ad instabilità nella determinazione e ad artefatti e distorsioni quando applicato. Nello stesso modo anche una distribuzione irregolare dei vincoli porta ad instabilità.



Il progetto analizzerà il problema della determinazione del modello a partire dalle condizioni applicative del processo di geocodifica nella catena produttiva e determinerà l'insieme dei metodi che portino alla soluzione ottimale del problema. Scopo del progetto è: la modellazione del problema e l'identificazione di requisiti formali; l'analisi dello stato dell'arte in relazione al problema; la definizione di un insieme di tecniche in grado di risolvere il problema; l'implementazione di un prototipo atto alla verifica delle performance in relazione ai requisiti identificati.

Le attività prevedono quindi: analisi dello stato dell'arte del problema di modellazione; analisi di modelli e tecniche esistenti; definizione dei requisiti applicativi del modello e del sistema; implementazione del prototipo e valutazione delle performance (iterativa con approccio agile).