

Imaging-spectroscopy solare a raggi X: un approccio statistico

Federico Benvenuto
benvenuto@dima.unige.it

Bando a Progetto Giovani Ricercatori - GNCS 2013

Relazione sul lavoro svolto

L'attività ha riguardato l'estensione della tecnica Expectation Maximization per la ricostruzione di immagini in astronomia solare a raggi X al caso multi-energetico e ha condotto a uno studio più generale della regolarizzazione delle soluzioni di questo tipo di problemi. La tecnica studiata per l'imaging e l'imaging spectroscopy a raggi X utilizza dati il cui contenuto informativo è strutturato statisticamente. In particolare, i sistemi per rilevare la quantità di radiazione emessa da una sorgente forniscono dati il cui rumore è di tipo Poisson. Per tali dati ho studiato il problema della regolarizzazione di operatori, teoria che è nata con lo scopo di introdurre un metodo per trovare stime della soluzione di problemi malposti nel caso in cui l'errore sui dati fosse limitato e indipendente dai dati stessi.

All'inizio dell'anno 2014 ho pubblicato un lavoro su Inverse Problems dal titolo: "Regularization of multiplicative algorithms for incompatible problems" nel quale ho fornito una definizione specifica nel caso l'errore sul dato fosse relativamente decrescente al crescere del segnale, come nel caso di rumore di Poisson. In letteratura, la proprietà di regolarizzazione caratterizza le famiglie di operatori continui che approssimano un operatore illimitato quando l'errore sui dati tende a zero. In questo progetto ho introdotto un concetto nuovo di regolarizzazione, detta asintotica, per identificare tali famiglie quando il dato esatto non è disponibile ma l'errore relativo sui dati decresce all'aumentare della quantità di segnale.

La definizione è data in contesto deterministico tra spazi di dimensione finita e prende in considerazione un generico segnale asintoticamente privo di rumore. Il lavoro si è focalizzato soprattutto su una particolare applicazione di questa definizione, quando si considera la regolarizzazione di operatori con dati corrotti da noise Poissoniano. Infatti, l'errore relativo sui questi tipo di dati va a zero quando la taglia dei dati tende a infinito e quindi questi segnali sono relativamente privi di rumore. In tal caso, il classico algoritmo di Expectation Maximization per dati di tipo Poisson, una volta accoppiato con una regola di scelta del parametro appropriata, risulta un metodo di regolarizzazione asintotica ben definito.

Con il contributo del GNCS ho presentato questa idea alla conferenza celebrativa dei trent'anni di attività della rivista "Inverse Problems" denominata: "Inverse problems: from theory to applications" (IPTA 2014) tenutasi in Agosto al Bristol Science Museum. Il poster che ho presentato: "Regularization for operators with asymptotically noise-free data" è stato premiato dal comitato scientifico come miglior poster della conferenza.