

A Hybrid Modal Superposition Framework for High-Fidelity Reconstruction of Dynamic Structural Response

Wednesday 2 September 2026 17:30 (15 minutes)

Storicamente, la descrizione della risposta dinamica delle strutture mediante la combinazione di forme modali ha trovato largo impiego nei settori dell'ingegneria meccanica, civile e aeronautica. L'ipotesi fondamentale alla base di tale approccio è che una generica configurazione deformata possa essere rappresentata come combinazione lineare dei modi propri di vibrare della struttura, opportunamente pesati. In questo contesto, i metodi di ricostruzione modale hanno suscitato un interesse costante grazie alla loro versatilità e al ridotto costo computazionale, sia in termini di risorse impiegate sia di tempi di calcolo. Tuttavia, l'efficacia di tali metodi nel riprodurre con elevata fedeltà la risposta reale della struttura dipende in maniera cruciale dalla selezione di un insieme di modi che sia al contempo rappresentativo e contenuto. Una scelta non ottimale può infatti compromettere significativamente l'accuratezza della ricostruzione, introducendo errori anche rilevanti. Ne consegue che il problema dell'identificazione modale, inteso come selezione e pesatura dei contributi modali più significativi, rappresenta ancora oggi una questione aperta, oggetto di numerosi studi in letteratura, spesso caratterizzati da una forte dipendenza dallo specifico ambito applicativo. Il presente lavoro si inserisce in tale contesto proponendo approcci ibridi per la ricostruzione ad alta fedeltà della risposta dinamica strutturale, basati sull'integrazione di tecniche analitiche, metodi numerici e strategie di fitting dei dati. In particolare, viene affrontato il problema della ricostruzione della deformata a partire da un numero limitato di misure, spazialmente distribuite sulla struttura, condizione tipica in ambito sperimentale. Il lavoro proposto mira a definire criteri sistematici per la selezione modale e per la stima dei coefficienti di partecipazione, anche nei casi in cui non sia disponibile una soluzione in forma chiusa. I risultati sono supportati da confronti numerici e, ove possibile, da evidenze sperimentali. In prospettiva, lo sviluppo delle metodologie proposte si orienta verso l'estensione della ricostruzione modale al caso di grandi deformazioni, ambito in cui le ipotesi di linearità alla base della classica sovrapposizione modale risultano non più pienamente valide. In tale contesto, si rende necessario introdurre formulazioni e strategie di ricostruzione in grado di catturare effetti non lineari mantenendo al contempo un adeguato livello di efficienza computazionale. Parallelamente, gli algoritmi di monitoraggio strutturale sviluppati vengono concepiti in un'ottica più ampia, con l'obiettivo di superare il tradizionale ambito delle piccole deformazioni e di estendersi al monitoraggio di macchine e sistemi complessi in condizioni operative reali.

Primary author: LIUZZO, Gabriele (Department of Economics, Engineering, Society and Business Organization (DEIM), University of Tuscia, Largo dell'Università, 01100 Viterbo, Italy)

Co-author: Prof. FANELLI, Pierluigi (Department of Economics, Engineering, Society and Business Organization (DEIM), University of Tuscia, Largo dell'Università, 01100 Viterbo, Italy)

Presenter: LIUZZO, Gabriele (Department of Economics, Engineering, Society and Business Organization (DEIM), University of Tuscia, Largo dell'Università, 01100 Viterbo, Italy)

Session Classification: Circular Design

Track Classification: Dinamica