



CONVEGNO FABRE
PONTI, VIADOTTI, E GALLERIE ESISTENTI:
RICERCA, INNOVAZIONE E APPLICAZIONI
LUCCA, 2-4 FEBBRAIO 2022



Identificazione del danno strutturale nei ponti utilizzando sensori intelligenti

Said Quqa^a, Pier Francesco Giordano^b, Maria Pina Limongelli^b

^a Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale, e dei Materiali, Università di Bologna, Viale del Risorgimento 2, 40136 Bologna (IT)

^b Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito, Politecnico di Milano, Piazza Leonardo Da Vinci 32, 20133 Milano (IT)

Parole chiave: Edge computing, Distributed computing, Structural health monitoring, Smart sensor network

SOMMARIO

L'avvicinarsi al limite ultimo del ciclo vitale previsto in fase di progettazione di gran parte delle infrastrutture di trasporto, insieme alla crescente domanda del carico veicolare, rende necessario lo sviluppo di strumenti affidabili per il monitoraggio della salute strutturale. Questi possono aiutare i gestori delle infrastrutture civili a valutare lo stato di integrità di ponti e viadotti e programmare interventi di manutenzione mirata. Sebbene diversi studi dimostrino l'efficacia delle tecniche di monitoraggio basate sull'analisi delle vibrazioni ambientali, poche strutture sono ad oggi dotate di sistemi di misurazione. Infatti, generalmente, il costo del monitoraggio è tipicamente percepito come elevato, poiché non considerato in relazione ai benefici forniti in termini di supporto decisionale. Recenti studi nel campo del monitoraggio dei ponti affrontano il tema delle reti di sensori wireless formate da sistemi MEMS a basso costo per la raccolta dei dati vibrazionali. Grazie al modesto costo di questi strumenti ed all'assenza di cavi, reti composte da un numero sempre crescente di sensori vengono utilizzate al fine di identificare in modo più accurato possibile i parametri dinamici delle strutture, come le forme modali. Tuttavia, nella pratica, grandi reti di monitoraggio presentano diversi problemi legati alla gestione dei dati, alla necessità di sincronizzazione ed al consumo di energia dovuto alla frequente trasmissione senza fili. A causa della modesta capacità computazionale dei microcontrollori incorporati nei nodi di queste reti, chiamati pertanto "sensori intelligenti", recentemente sono stati sviluppati ed implementati algoritmi di analisi dei dati a bordo dei sensori stessi. Questo campo è noto in letteratura come *edge computing*. In questo modo, il carico computazionale è ridistribuito su tutta la rete e la quantità di dati trasmessi dai nodi è generalmente ridotta grazie a tecniche di compressione. Questo studio presenta un metodo originale di monitoraggio della salute strutturale che sfrutta l'*edge computing* per calcolare gli indicatori di danno a bordo di sensori intelligenti. I sensori sono organizzati in piccoli sottogruppi, in modo tale che ognuno di questi includa dispositivi vicini che possano comunicare facilmente in una organizzazione a stella. Forme modali parziali, indicatori di danno e le loro distribuzioni statistiche vengono quindi calcolate all'interno di ciascun sottogruppo limitando così la trasmissione dei dati ed il relativo consumo di energia. Le distribuzioni statistiche degli indicatori di danno tengono conto della variabilità e dell'incertezza dei parametri modali identificati. L'aggiornamento di queste distribuzioni avviene in tempo reale, man mano che vengono raccolti nuovi dati. Questo metodo può essere facilmente scalato per adattarsi ai requisiti di strutture con dimensioni diverse. Il metodo proposto è testato su un ponte in calcestruzzo armato sul quale sono stati indotti diversi scenari di danno.