

TECNICHE DI FEATURE EXTRACTION E CLASSIFICAZIONE PER LA DIAGNOSTICA IN STRUTTURE E PRODOTTI INDUSTRIALI

G. Acciani, V. Amoruso, G. Brunetti, G. Fornarelli, A. Giaquinto, D. Maiullari

Dipartimento di Elettrotecnica ed Elettronica
Politecnico di Bari
Via E. Orabona, 4 - 70125 Bari

In quest'ultimo anno, il lavoro di alcuni dei ricercatori appartenenti all'unità di Bari è stato incentrato prevalentemente sull'utilizzo e sullo sviluppo di metodi di soft-computing nel campo delle diagnosi non distruttive. Quest'attività si è sviluppata nell'ambito del progetto PS134 "Ricerca e Sviluppo di Metodologie per la Meccanica Sperimentale e la Diagnostica Strutturale" e si è basata sulle pregresse esperienze del gruppo [1], [2]. In particolare, la ricerca ha avuto come obiettivo la determinazione e lo sviluppo di metodi di indagine basati sui fenomeni propagativi di natura ondulatoria in mezzi solidi, quali tubazioni non accessibili in acciaio [3] e strutture di semplice geometria costituite da materiali tipici per la costruzione come il calcestruzzo [4].

Negli ultimi anni, infatti, le tecniche non distruttive che sfruttano la propagazione delle onde ultrasoniche, si sono rivelate di particolare interesse nei campi di applicazione citati. Nel caso delle tubazioni non accessibili l'analisi è essenzialmente legata alla determinazione della presenza, della posizione e delle dimensioni di eventuali difetti interni o esterni alle strutture stesse e può essere ottenuta sulla base dell'informazione che reca con sé la forma d'onda ricevuta da un trasduttore, o da un insieme di trasduttori, e riflessa dai difetti. A questo proposito l'attività di ricerca si è sviluppata sia nella direzione di individuare le feature che meglio rappresentano i dati e il classificatore con le migliori performance nell'identificare le difettosità, sia nella direzione della valutazione dei metodi più adatti alla riduzione della dimensionalità delle feature stesse. Questa ricerca, ha prodotto risultati nuovi e interessanti attraverso l'impiego sistematico della Trasformata Wavelet e algoritmi di ottimizzazione i quali si sono rivelati di notevole interesse anche nell'ambito delle indagini sulle strutture murarie.

Nel caso specifico delle strutture in calcestruzzo la determinazione della posizione dei difetti è stata basata su una preliminare classificazione della loro collocazione. Questa classificazione è ottenuta con una metodologia che sfrutta le capacità di rappresentazione delle forme d'onda considerate sia attraverso parametri tempo-frequenza, sia attraverso i coefficienti wavelet, nonché le proprietà peculiari degli algoritmi genetici per la selezione delle feature più significative per scopi di classificazione. Successivamente, è stato sviluppato un metodo automatico per la determinazione accurata della posizione dei difetti basato sul calcolo dei tempi di volo. Le soluzioni prodotte presentano il notevole vantaggio di automatizzare il lavoro degli esperti, consentendo la diagnosi in particolare su murature o pilastri in calcestruzzo senza richiedere tecniche e metodologie invasive e costose anche da un punto di vista economico.

L'esperienza maturata nei campi precedentemente descritti è stata in seguito sfruttata per affrontare lo studio dei sistemi di Power Line Communication (PLC). In questo ambito è stata affrontata l'analisi e la modellizzazione di un sistema di comunicazione ad onde convogliate su impianti elettrici navali. Lo scopo dello studio è stato quello di definire i parametri chiave che influenzano il modello di questi sistemi nella specifica applicazione considerata e le peculiarità relative al modo in cui i rumori, in esso generati, incidono sulla qualità della

trasmissione dell'informazione. Nel dettaglio è stato affrontato il problema del riconoscimento e della classificazione del rumore attraverso l'uso di tecniche avanzate di *signal processing* basate su metodi statistici e neuro-fuzzy. I risultati raggiunti finora hanno permesso di paragonare tra loro differenti classi di rumore e individuare con buona accuratezza le proprietà di sensibilità di questi sistemi alle variazioni dovute ai diversi tipi di carichi presenti sulla linea e ai diversi rumori introdotti [5]. Questa ricerca è stata sviluppata in seno alle attività del progetto PRIN 2007 "Studio e sperimentazione di un sistema di comunicazione ad onde convogliate in impianti elettrici navali".

Bibliografia

1. G. Acciani, G. Fornarelli, A. Giaquinto, D. Maiullari, G. Brunetti, "Non-Destructive Technique for Defect Localization in Concrete Structure Based on Ultrasonic Wave Propagation" Proc. of the "International Conference on Computational Science and Its Applications (ICCSA 2008)", 30 June-3 July, Perugia, Italy, pp. 541-554.
2. G. Acciani, G. Fornarelli, D. Magarielli and D. Maiullari, "Genetic Feature Selection and Statistical Classification of Voids in Concrete Structure" Proc. of the "10th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS 2008)", Barcelona, Spain, 12-16 June 2008, pp. 231-234.
3. G. Acciani, G. Brunetti, G. Fornarelli, A. Giaquinto: "Angular and Axial Evaluation of Superficial Defects on Non-Accessible Pipes by Wavelet Transform and Neural Network-Based Classification", *Ultrasonics*, Vol. 50, Issue: 1, Jan. 2010, pp. 13-25.
4. G. Acciani, G. Fornarelli, A. Giaquinto, D. Maiullari, "Non-Destructive Evaluation of Defects in Concrete Structures based on Finite Element Simulations of Ultrasonic Wave Propagation", accettato per la pubblicazione su *Nondestructive Testing and Evaluation*, Taylor & Francis.
5. G. Acciani, V. Amoroso, G. Fornarelli, A. Giaquinto, "Numerical Analysis of Synchronous Impulsive Noise on Naval Powerline Communications", accettato per la conferenza International Symposium on Industrial Electronics (ISIE 2010), 4-7 July 2010, Bari, Italy.