

REALIZZAZIONE DI UN PROTOTIPO INTEGRATO SOFTWARE/HARDWARE FUZZY-BASED PER LA CLASSIFICAZIONE DI DIFETTOSITÀ SU MATERIALI

*Matteo Cacciola, Giuseppe Megali, Diego Pellicanò,
Salvatore Calcagno, Mario Versaci, Francesco Carlo Morabito*

Università “Mediterranea” di Reggio Calabria, DIMET
Via Graziella Feo di Vito, 89100, Reggio Calabria (RC)

Il presente trovato, sviluppato nel Laboratorio di Elettrotecnica e Prove non Distruttive, presso i locali del D.I.M.E.T., interni alla Facoltà di Ingegneria dell’Università “Mediterranea” di Reggio Calabria, ha per oggetto un dispositivo integrato software/hardware per l’acquisizione, l’elaborazione di segnali di misura e successiva classificazione di anomalie/difettosità per indagini e sperimentazioni volte alla valutazione dello stato di integrità degli stessi, prescindendo dalla loro destinazione d’uso e dalla metodologia di indagine [1]. In tale ottica, il continuo sviluppo di tecnologie innovative risulta di fondamentale importanza per verificare la rispondenza di dati materiali ai requisiti di affidabilità e conformità ai progetti per cui sono stati concepiti e realizzati. Ad oggi, sono presenti sofisticati sistemi di rilevazione di difettosità basati sui noti metodi di ispezione [2]. Ben diversa risulta la situazione dal punto di vista dello stato dell’arte in merito ai dispositivi deputati alla classificazione delle difettosità. I dispositivi noti in letteratura, operano quasi esclusivamente con approcci basati su reti neurali, col limite di essere vincolati ad una specifica destinazione d’uso.

Ciò premesso, l’obiettivo del presente trovato consiste nella realizzazione di una apparecchiatura integrata software/hardware per la classificazione di difettosità, a partire dai segnali acquisiti, sia in modalità “off-line” che in “real-time”, in grado di elaborare i segnali e visualizzare i risultati finali. Il dispositivo è stato concepito in modo da ovviare alle limitazioni presentate da apparecchiature presenti nello stato dell’arte (in particolare il singolo campo di applicazione del prodotto), soprattutto è dotato di una logica “data-independent”: ciò vuol dire che il trovato può essere impiegato per qualunque tipologia di indagine diagnostica, semplicemente perché il codice è vincolato non alla tipologia di segnale, quanto al sistema “Fuzzy Inference System” (FIS) utilizzato.

Altra peculiarità del dispositivo è rappresentata dalla duttilità dello strumento nel prestarsi a numerosi accorgimenti in fase di analisi, quali, nel dettaglio:

- 1) comparazioni dei dati misura con riferimenti normativi al fine di stabilire la bontà o meno di un dato manufatto anche mediante l’imposizione di soglie variabili che ne determinino la reale affidabilità;
- 2) analisi statistiche dei segnali acquisiti (in modo automatico ed immediato);
- 3) realizzare una apparecchiatura concepita e strutturata in modo da consentire la classificazione di eventuali difettosità presenti, sia prima, che dopo eventuali processi di lavorazione, consentendo, tra l’altro, la gestione e il trasferimento dati;
- 4) miglioramento dei livelli di affidabilità e sicurezza per i controlli di strutture in ambito civile/industriale, con il presupposto di consentire migliori analisi di ispezionabilità, aumentare la produttività delle ispezioni e conseguire elevati livelli di automazione.

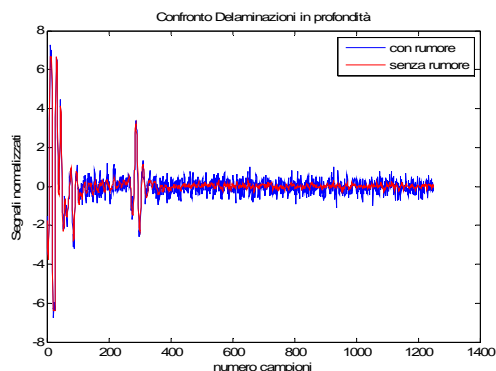
Nel dettaglio, il sistema realizzato è costituito da una scheda hardware dotata di un dsPIC della Microchip che rappresenta il cuore della scheda su cui andrà caricato il sistema FIS

(già adattato alle caratteristiche di elaborazione del chip); un display alfanumerico LCD 16x2, su cui è possibile visualizzare le informazioni di interesse; porte di interfacciamento con l'esterno al fine di poter utilizzare i protocolli di comunicazione più usati: RS-232, USB e LAN; un connettore per l'alimentazione del dispositivo.

Tale integrazione ha evidenziato come l'associazione di una tecnica di classificazione ad un'architettura "dsPIC-based" abbia portato ad un notevole "speed-up" in termini di prestazioni. L'accoppiamento classificazione/architettura si è resa possibile con operazioni di adattabilità alle esigenze investigative.

Per quanto riguarda l'implementazione software, il sistema "fuzzy" realizzato, è costituito da quattro unità fondamentali: base della conoscenza e tre unità di calcolo: fuzzificazione, inferenza e defuzzificazione. Lo step software, ha riguardato nello specifico la procedura di rilevazione dei parametri caratteristici del segnale: - analisi del segnale ottenuto in assenza di difettosità; - sbiancamento del segnale mediante normalizzazione dello stesso; - valutazione, mediante "coerenza wavelet" e "cross correlazione" [3], delle relazioni tra i segnali in termini di componenti frequenziali (operando eventuali troncamenti del segnale per prelevare solo le porzioni caratterizzate dal contenuto informativo di interesse).

Concludendo, il sistema è stato realizzato e testato su oltre mille segnali provenienti da indagine ultrasonora con varie difettosità presenti su materiali compositi in fibra di carbonio (sette differenti difettosità a diverse profondità, nonché segnali senza difetti). In fase di test, il dispositivo ha fornito la corretta classificazione delle tipologie di difetti presenti, con percentuale del 100%, garantendo le stesse performance a seguito di analisi in termini di robustezza al rumore (testato fino a 15 dBm come ipotesi di rumore di misura).



Segnale ultrasonoro relativo a misura in presenza di delaminazione



Classificazione della relativa tipologia di segnale mediante il dispositivo realizzato

Referenze

- [1] M. Cacciola, G. Megali, D. Pellicanò, S. Calcagno, M. Versaci and F. C. Morabito, "Dispositivo integrato software/hardware FUZZY-based per la classificazione di difettosità su materiali per applicazioni civili ed industriali", Italian Patent n. RC2010A000002. Registration Patent: 8th March 2010.
- [2] G. Megali, M. Cacciola, D. Pellicanò and F. C. Morabito, "Recent Patent on integrated software/hardware GMR-based systems and applications for PCB inspection", *Recent Patent on Electrical Engineering* **2**, pp. 82-91, ISSN: 1874-4761 (2009).
- [3] M. Cacciola, G. Megali, D. Pellicanò, S. Calcagno, M. Versaci and F. C. Morabito, "Coherence and Fuzzy subtractive clustering for defect classification in aeronautic CFRP", *Proc. of CISIS Conference*, Krakov (Poland), February 2010.