

RETI NEURALI PER LA DIAGNOSTICA, L'IDENTIFICAZIONE DEI MODELLI, IL MONITORAGGIO E LA PREVISIONE

F. Grasso, A. Luchetta, S. Manetti, M. C. Piccirilli, A. Reatti

Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione (DINFO),
Via S. Marta 3 - 50139 FIRENZE, e-mail antonio.luchetta@unifi.it

Parole chiave: Reti Neurali, Diagnosi di Guasto, Identificazione

Nell'ambito della ricerca relativo alle Reti Neurali, l'Unità di Firenze si è, negli ultimi anni, prevalentemente orientata verso i seguenti:

- a) diagnostica dei circuiti;
- b) metodologie per l'analisi e la modellizzazione di strutture elettromagnetiche;
- c) studio di nuovi paradigmi neurali e ottimizzazione degli esistenti.
- d) Energy disaggregation e smart-grid.

La ricerca nell'ambito della diagnostica per guasti parametrici in circuiti analogici ha preso spunto dal lavoro svolto in passato dall'unità, rivolto alla determinazione della testabilità e dei gruppi di ambiguità associati alle equazioni di diagnosi di guasto relative ai punti di misura del circuito in esame. Ciò costituisce un importante punto di partenza per lo sviluppo di tecniche ausiliarie che prevedano l'uso di reti neurali di vario tipo, per le quali gli insiemi di apprendimento siano costituiti dal segnale temporale campionato, proveniente da opportuni punti di misura dislocati sul circuito. L'impiego combinato di risultati validi provenienti da entrambe le linee di ricerca testabilità – reti neurali, ha consentito di implementare delle procedure complete di individuazione dei guasti e di raffrontarle con altre soluzioni proposte in letteratura. Le tecniche definite per il caso lineare sono state estese al caso di circuiti non lineari [1] e si sta recentemente lavorando all'applicazione ai circuiti a commutazione.

Il secondo ambito verso il quale l'Unità di Firenze ha indirizzato la propria attività riguarda lo sviluppo di metodologie basate su reti neurali per la progettazione e l'analisi di strutture elettromagnetiche complesse, soprattutto nel campo delle alte frequenze, con riferimento alle bande più utilizzate nelle telecomunicazioni. Per la stima del valore assunto dai parametri di un modello a costanti concentrate di dispositivi a microonde a partire da risultati provenienti da dati di laboratorio o da simulatori di tipo full-wave, sono state applicate con successo tecniche di tipo ibrido [7, 8]. Queste sono state estese all'identificazione di modelli a costanti concentrate nei quali i parametri circuitali (espliciti e parassiti) siano legati a certe caratteristiche geometriche del dispositivo in esame, sia nel caso di filtri a microonde che di stadi balun di antenne RF [3, 13, 14].

Il terzo ambito riguarda lo studio di alcuni aspetti teorici nello sviluppo di reti ad uscite multiple, anche di natura dimensionale eterogenea e in quello di tecniche di pruning idonee alla loro riduzione e ottimizzazione [5, 6], per l'elaborazione di spettri ad alta risoluzione rilevati da sensori ad infrarosso collocati su satelliti meteorologici ad orbita polare [2, 4]. In esso si studiano inoltre i vantaggi di una recente architettura neurale, basata su neuroni di tipo Complex Multi-valued (reti MLMVN), aventi connessioni pesate in dominio complesso e associati ad algoritmi di apprendimento esenti dal calcolo di derivate e/o jacobiani. È stata implementata un'evoluzione di tali reti che, adottando un algoritmo di ottimizzazione dei valori dei pesi basato sulla minimizzazione dell'errore per mezzo di tecniche di decomposizione QR, riduce drasticamente i tempi di apprendimento della rete stessa [9]. Applicazioni di questa nuova architettura neurale si stanno rivolgendo anche alla identificazione dei parametri, dove sfruttano l'assenza di derivate che le rende immuni dalla necessità di calcolare matrici jacobiane complesse, le ottime prestazioni e la capacità di evitare minimi locali [7,8]. Con approcci che combinano le varie tecniche sopra citate, si sono affrontati, con l'ausilio anche di simulatori fem, problematiche legate alla diagnostica elettromeccanica e geometrica delle macchine elettriche [10,11]. Attualmente si sta lavorando

all'estensione di questi paradigmi neurali all'elaborazione di input complessi per applicazioni FRA (Frequency Response Analysis).

L'ultimo tema affronta aspetti connessi allo sviluppo di smart-grid e di Energy disaggregation da smart meter [12].

BIBLIOGRAFIA

1. B. Cannas, A. Fanni, S. Manetti, A. Montisci, M. C. Piccirilli, *Neural network based analog fault diagnosis using testability analysis*, Neural Computing & Applications, Vol. 13, N.4, Dec. 2004, pp. 288-298.
2. G. Grieco, A. Luchetta, G. Masiello, C. Serio, M. Viggiano, *IMG O₃ retrieval and comparison with TOMS/ADEOS columnar ozone: an analysis based on tropical soundings*, Journal of Quant. Spectroscopy and Radiative Transfer, Vol. 95, Issue 3, October 2005, pp. 331-348.
3. A. Luchetta, S. Manetti, L. Pellegrini, G. Pelosi, S. Selleri, *Design of Waveguide Microwave Filters by Means of Artificial Neural Networks*, International Journal of RF and Microwave Computer-Aided Engineering Vol. 16, Issue 6, November 2006, pp. 554-560.
4. A. Luchetta, C. Serio, M. Viggiano, *A soft computing approach to the elaboration of satellite data*, Fuzzy Systems & A.I, vol. 11, no 1-3, (2005), pp. 45-52.
5. A. Luchetta, *Automatic Generation of the Optimum Threshold for Parameter Weighted Pruning in Multiple Heterogeneous Output Neural Networks*, Neurocomputing Vol. 71, N. 16-18, October 2008, pp. 3553-3560.
6. F. Grasso, A. Luchetta, S. Manetti, *A Pruning method for Multiple Heterogeneous Output Neural Networks*, Proc. del 2008 IEEE Int. Conference on Intelligent Systems (IS2008).
7. F. Grasso, A. Luchetta, S. Manetti, M.C. Piccirilli, *A Hybrid Multi-Valued Neuron based Network for the Identification of Lumped Models*, Proc. Del XIth International Workshop on Symbolical and Numerical Methods, Modeling and Applications to Circuit Design (SM²ACD'10).
8. F. Grasso, A. Luchetta, S. Manetti, M.C. Piccirilli, *A New Multi-Valued Neural Network for the Extraction of Lumped Models of Analog Circuits*, Analog Integr Circ Sig. Process (2012) October 2012, Volume 73, Issue 1, pp 13-20.
9. I. Aizenberg, A. Luchetta, S. Manetti, *A Modified Learning Algorithm for the Multilayer Neural Network with Multi-Valued Neurons Based on the Complex QR Decomposition*, Soft Computing, Vol. 16, N. 4, (2012), pp. 563-575.
10. A. Luchetta, S. Manetti, *Lumped Model Identification Based on a Double Multi-Valued Neural Network and Frequency Response Analysis*, Proc. del 2012 IEEE Int. Symposium on Circuits and Systems (ISCAS2012), Seoul, Korea, May 2012.
11. F. Grasso, A. Luchetta, S. Manetti, M.C. Piccirilli, *A Double Neural Network for Interpretation of the Frequency Response in the Electrical Equipments*, Proc. del 2012 IEEE Int. Conference on Intelligent Systems (IS'12), Sofia, Bulgaria, September 2012.
12. P. Castrogiovanni, D. Giuli, A. Luchetta, F. Paradiso, *ANN-based Appliance Recognition from Low-frequency Monitoring Data*, Fourteenth Int. Symposium on a World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks (WoWMoM 2013), Madrid, Spain, June 2013.
13. F. Grasso, A. Luchetta, S. Manetti, M.C. Piccirilli, *System Identification and Modelling Based on a Double Modified Multi-Valued Neural Network*, Analog Integr Circ Sig. Process (2014) January 2014, Volume 78, Issue 1, pp 165-176
14. A. Bonci, C. Carobbi, A. Luchetta, *Complex Valued Neural Network Modelling of the Balun of a Biconical Antenna*, Proc. del 2014 IEEE Int. Symposium on Electrom. Compatibility (EMC2014), Raleigh, North Carolina, August 2014.