

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

F. Grasso⁽ⁱ⁾, A. Luchetta⁽ⁱ⁾, S. Manetti⁽ⁱ⁾, M. C. Piccirilli⁽ⁱ⁾, A. Reatti⁽ⁱ⁾, L. Serri⁽ⁱⁱ⁾

⁽ⁱ⁾Dipartimento di Elettronica e Telecomunicazioni, Via S. Marta 3 - 50139 FIRENZE

⁽ⁱⁱ⁾Dipartimento di Energetica, Via S. Marta, 3 - 50139 FIRENZE

All'interno degli ambiti di ricerca legati al settore delle Reti Neurali, l'Unità di Firenze si è, negli ultimi anni, prevalentemente orientata verso i seguenti:

- a) diagnostica dei circuiti;
- b) metodologie neurali per l'analisi e il progetto di strutture elettromagnetiche e per l'identificazione di modelli a costanti concentrate;
- c) elaborazione di dati meteorologici da satellite e ambientali.

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 mediante modelli PWL, uso di SPICE, ed applicazione di tecniche simboliche [5,6].

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 [12,13]. Queste sono state estese all'identificazione di modelli a costanti concentrate nei quali i parametri circuitali siano legati a certe caratteristiche geometriche del dispositivo in esame, sia nel caso di filtri a microonde che di dispositivi a semiconduttore [8].

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 [10, 11], con applicazioni nel processo di inversione di profili di parametri atmosferici a partire da spettri ad alta risoluzione rilevati da sensori ad infrarosso collocati su satelliti meteorologici ad orbita polare [1-3, 7] e nella previsione di serie temporali di dati ambientali [4].

Sta proseguendo il lavoro intorno ad una nuova architettura di rete 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. Grazie alla natura complessa (e quindi bidimensionale) delle unità elementari, questa classe di reti si sta rivelando utile all'incremento delle prestazioni in applicazioni del tipo succitato (in particolare nella classificazione di guasti circuitali per la diagnostica e nei problemi di previsione e inversione parametrica). 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 [14]. Applicazioni di questa nuova architettura neurale si stanno rivolgendo anche alla identificazione dei parametri, dove sfruttano la loro natura complessa e l'assenza di derivate che le rende immuni dalla necessità di calcolare matrici jacobiane complesse [12-13].

Con approcci che combinano tecniche ed esperienze consolidate si è cominciato nell'ultimo periodo ad affrontare problematiche legate alla realizzazione di modelli predittivi e/o di inversione di sistemi fotovoltaici.

BIBLIOGRAFIA

1. A. Luchetta, P. Schlüssel, C. Serio, *Neural Network Approach to the Inversion of High Resolution IASI Spectra in Troposphere and Stratosphere*, "Atti della Fondazione Ronchi", Luglio-Agosto 2002.
2. A. Luchetta, C. Serio, M. Viaggiano, *Retrieval of atmospheric parameters with neural network inversion of infrared high resolution sensor spectra*, SPIE2002, Creta, Grecia, Settembre 2002.
3. A. Luchetta, C. Serio, M. Viggiano, *A neural network for the retrieval of atmospheric parameters from infrared high resolution sensor spectra*, Proceedings del 2003 IEEE Int. Symposium on Circuits and Systems (ISCAS2003), Bangkok, Thailand, May 2003.
4. A. Luchetta, S. Manetti, *A real time hydrological forecasting system using a fuzzy clustering approach*, Computers & Geosciences, Vol. 29 N° 9, Nov. 2003, pp. 1111-1117
5. B. Cannas, A. Fanni, S. Manetti, A. Montisci, M. C. Piccirilli, *A neural approach for analog circuit fault diagnosis*, Atti della Fondazione Giorgio Ronchi, Anno LIX, N.1-2, Gennaio-Aprile 2004.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. A. Luchetta, *Automatic Generation of the Optimum Threshold for Parameter Weighted Pruning in Multiple Heterogeneous Output Neural Networks*, Neurocomputing Vol. 71, Issues 16-18, October 2008, Pages 3553-3560.
11. F. Grasso, A. Luchetta, S. Manetti, *A Pruning method for Multiple Heterogeneous Output Neural Networks*, Proceedings del 2008 IEEE Int. Conference on Intelligent Systems (IS2008).
12. 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).
13. F. Grasso, A. Luchetta, S. Manetti, M.C. Piccirilli, *A New Multi-Valued Neural Network for the Extraction of Lumped Models of Analog Circuits*, , in corso di revisione per Analog Integrated Circuits and Signal Processing.
14. 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*, in corso di revisione per Soft Computing.