

TECNICHE DI COMPUTATIONAL INTELLIGENCE PER LA MODELLIZZAZIONE E OTTIMIZZAZIONE DI DISPOSITIVI ELETTRROMAGNETICI

Carlo Andrea Gonano, Bui Van Ha, Ho Manh Linh, Francesco Grimaccia, Marco Mussetta, Alessandro Gandelli, Riccardo Zich

POLITECNICO DI MILANO - Dipartimento di Energia, Sez. Elettrica
Via La Masa, 34 - 20156 Milano, Italy
e-mail: marco.mussetta@polimi.it

Parole chiave: Ottimizzazione, Reti Neurali, Antenne

Il lavoro di ricerca riguarda principalmente lo studio di tecniche innovative di ottimizzazione mediante soft computing, in particolare per l'ottimizzazione di funzioni multi-obiettivo, adatte a diversi campi applicativi dell'ingegneria. Partendo dalle tecniche population-based più diffuse (algoritmi genetici, PSO, GSO) [1] sono stati considerati approcci di tipo bayesiano (BOA) [2], biogeografico (BBO) [3], fino allo sviluppo di nuovi algoritmi (SNO, Black-hole PSO) [4].

Sono stati inoltre sviluppati algoritmi di ottimizzazione ibridati con modelli surrogati basati su reti neurali, allo scopo di ridurre gli oneri computazionali e di migliorare le performance [5].

Nello specifico si è fatto uso di reti neurali artificiali (ANN); in particolare si è provveduto a testare l'applicabilità di questi strumenti di Computational Intelligence su problemi già in fase di studi, come ad esempio strutture elettromagnetiche multistrato [6], per poter valutare correttamente la loro affidabilità in termini di risultati attesi.

Inoltre, per rendere più rapido il processo di apprendimento del modello si è fatto uso del metodo Levenberg-Marquandt (LM), che si è dimostrato più affidabile e rapido del classico metodo EBP (Error Back Propagation). In aggiunta, si è verificato come l'impiego parallelo di diverse reti neurali, ciascuna per un singolo parametro (sistema multi-network), sia numericamente più efficiente dell'uso di una singola rete multi-output, come mostrato in Figura 1, e permetta di sfruttare meglio il calcolo parallelo.

Tali tecniche numeriche sono state utilizzate con efficacia nella progettazione di diversi dispositivi, in particolare per antenne compatte multistrato, allo scopo di modellarle dal punto di vista elettromagnetico e mettere a punto e ottimizzare soluzioni innovative.

È attualmente allo studio la possibilità di integrare il processo di apprendimento della rete neurale (che necessita comunque in via preliminare di un certo numero di simulazioni onerose) con il processo di ottimizzazione, allo scopo di favorire l'auto-adattatività del codice a modelli di complessità via via crescente; risultati preliminari sono presentati in [7], riferiti sempre a una configurazione elettromagnetica già in fase di studio per poter valutare meglio l'efficacia dell'approccio considerato.

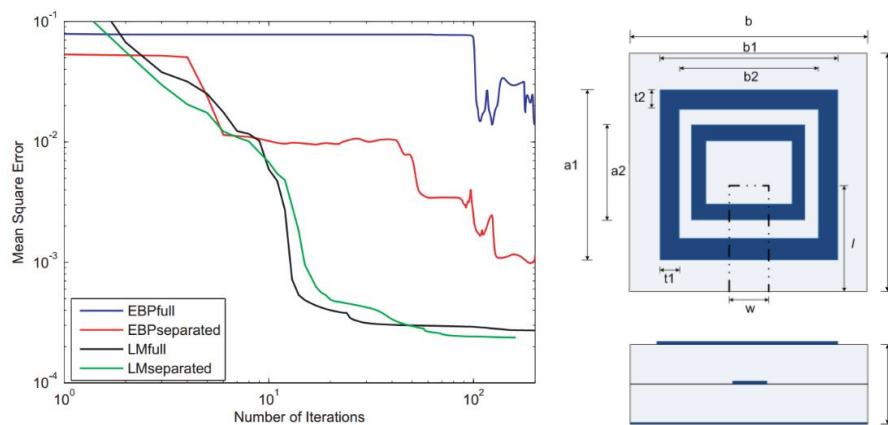


Fig. 1: Confronto degli schemi di apprendimento usati per i modelli ANN (da [4]) con riferimento alla struttura multi-strato a destra: in blu l'andamento dell'errore globale con la tecnica EBP classica applicata a una rete multi-output, in rosso l'errore globale con la stessa tecnica applicata a un sistema multi-network; in nero e in verde i risultati corrispettivi usando il metodo LM, risultato infine più performante.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Pirisi, A.; Grimaccia, F.; Mussetta, M.; Zich, R.E.; Johnstone, R.; Palaniswami, M.; Rajasegarar, S., "Optimization of an energy harvesting buoy for coral reef monitoring," *Evolutionary Computation (CEC), 2013 IEEE Congress on*, vol., no., pp.629,634, 20-23 June 2013, doi: 10.1109/CEC.2013.6557627
- [2] B. V. Ha, P. Pirinoli, R. E. Zich, M. Mussetta, F. Grimaccia, "Modified Bayesian Optimization Algorithm for Sparse Linear Antenna Design", *Progress in Electromagnetics Research B*, vol. 54, 2013, p.385-405, doi: 10.2528/PIERB12091806
- [3] Mussetta, M.; Pirinoli, P.; Zich, R.E., "A modified BBO for design and optimization of electromagnetic systems," *Antennas & Propagation (ISAP), 2013 Proceedings of the International Symposium on*, vol.02, pp.935,938, 23-25 Oct. 2013
- [4] Matteo Ruello, Alessandro Niccolai, Francesco Grimaccia, Marco Mussetta and Riccardo E. Zich, "Black-Hole PSO and SNO for Electromagnetic Optimization", *Proc. 2014 IEEE Congress on Evolutionary Computation*, Beijing, China, July 2014.
- [5] Linh Ho Manh, Francesco Grimaccia, Marco Mussetta, Riccardo E Zich, "Optimization of a Dual Ring Antenna by Means of Artificial Neural Network", *Progress in Electromagnetics Research B*, vol. 58, 2014, p.59-69, doi: 10.2528/PIERB13112806
- [6] Ho Manh Linh; Mussetta, M.; Grimaccia, F.; Zich, R.E.; Pirinoli, P.; Chien Ngoc Dao, "Multi-layer antenna design with evolutionary optimization," *Electromagnetics in Advanced Applications (ICEAA), 2013 International Conference on*, pp.1533,1536, 9-13 Sept. 2013, doi: 10.1109/ICEAA.2013.6632507
- [7] H.M. Linh, M. Mussetta, F. Grimaccia, R.E. Zich, P. Pirinoli, "Antenna optimization based on Artificial Neural Network", *8th European Conference on Antennas and Propagation, (EuCAP)*, Den Haag, NL, April 2014.