

## PROGETTAZIONE OTTIMA PER DISPOSITIVI E RETI

*Massimo Camplani<sup>1</sup>, Barbara Cannas<sup>1</sup>, Sara Carcangiu<sup>1</sup>, Davide Cherubini<sup>2</sup>, Alessandra Fanni<sup>1</sup>, Anna Mereu<sup>1</sup>, Augusto Montisci<sup>1</sup>, Mariangela Usai<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Dipartimento di Ingegneria Elettrica ed Elettronica, Università di Cagliari, Cagliari.

<sup>2</sup>Alcatel-LucentBellLabsIreland, Blanchardstown Ind. Park, Blanchardstown, Ireland.

Negli anni recenti sono stati proposti differenti algoritmi stocastici per il progetto ottimo di dispositivi elettromagnetici. In questi problemi la funzione obiettivo è spesso multimodale, non lineare e non derivabile. Per questa ragione risulta indispensabile ricorrere a modelli numerici approssimanti, quali i modelli agli elementi finiti. Il ricorso a solutori numerici rende spesso proibitivi i tempi della ricerca della soluzione. Per contenere questi tempi computazionali, è stato implementato un algoritmo di Tabu Search il cui codice è stato reso "parallelo" utilizzando la nuova tecnologia Grid Computing [1]. Il Tabu Search è un algoritmo intrinsecamente sequenziale, ma durante ciascuna iterazione il tempo di esecuzione può essere ridotto tramite la parallelizzazione dell'algoritmo. Osservando lo schema dell'algoritmo è stata individuata come parallelizzabile la parte dell'algoritmo che si occupa dell'esplorazione del vicinato di un punto nello spazio N-dimensionale. Il programma è stato suddiviso in due parti (architettura master-slave): una parte principale dell'algoritmo da eseguire in locale nell'interfaccia utente e l'esplorazione parallela del vicinato da eseguire nella grid. Le diverse analisi FEM sono quindi eseguite dagli slave, a ciascuno dei quali viene assegnata una diversa variabile da esplorare. Purtroppo nel porting di applicazioni su grid, viene sempre introdotto un grado di overhead, dovuto principalmente al ritardo di comunicazione tra gli elementi computazionali. Nonostante ciò, questo ritardo introdotto nei job paralleli non prevale quando si ha a che fare con alti costi computazionali, come nel caso di analisi FEM.

Per gli stessi problemi, in [2] vengono presentati alcuni algoritmi per la soluzione del problema di progettazione formalizzato come un problema inverso. Gli algoritmi proposti fanno ricorso ad una procedura che consente di invertire una rete neurale, che costituisce il modello approssimante della relazione funzionale fra parametri di progetto e prestazione del dispositivo (funzione obiettivo). La procedura consiste nell'imporre il valore desiderato della funzione obiettivo e nel ricercare i corrispondenti valori dei parametri progettuali. Nel caso di ottimizzazione multi obiettivo, l'approccio proposto consente di ricavare un campionamento del Fronte di Pareto, esplorando direttamente lo spazio di ricerca delle funzioni obiettivo, piuttosto che lo spazio dei parametri progettuali, come è consueto fare. Questo consente sia di campionare uniformemente il Fronte di Pareto, che di limitare il costo computazionale della ricerca. Inoltre, la ricerca dei punti del fronte direttamente nello spazio degli obiettivi consente di utilizzare la conoscenza a priori del Decision Maker, guidandola verso le soluzioni non dominate che posseggono determinate caratteristiche. In questo modo, durante la ricerca della soluzione ottimale secondo Pareto si può evitare di campionare l'intero fronte, e si può tenere sotto controllo il deterioramento delle diverse funzioni obiettivo.

Di recente l'Unità di Cagliari ha applicato la propria esperienza nelle tecniche di ottimizzazione al campo della trasmissione dei segnali attraverso linee di potenza (Power Line Communications - PLC). In particolare è stato approfondito il problema dell'ottimizzazione della codifica nella trasmissione (Bit Loading). Ricorrere a linee preesistenti al fine di trasmettere segnali, se per un verso rappresenta un vantaggio in termini di costi e di cablaggio, per il fatto che le linee utilizzate non sono predisposte allo scopo comporta alcuni

problemi, per lo più legati all'interferenza che i segnali trasmessi possono sia produrre, sia subire. L'obiettivo dell'ottimizzazione in questo caso mira a trovare il miglior compromesso tra la minimizzazione della potenza e del tasso di errore e la massimizzazione della velocità di trasmissione. In quest'ottica nei lavori [3] e [4] il problema è stato suddiviso in un problema di progetto, nel quale i tre obiettivi anzidetti sono trattati con una tecnica di ottimizzazione multi-obiettivo basata sul Tabu-Search, e in un problema di ottimizzazione in tempo reale della codifica, nel quale si ricerca un compromesso tra la velocità di trasmissione e i valori istantanei di potenza (Peak-to-Average Power Ratio - PAPR). Questi infatti rappresentano uno dei maggiori ostacoli all'uso di questa tecnica, soprattutto nel caso di implementazioni on-board, dove possono avere luogo pericolose interferenze con la strumentazione di bordo.

L'Unità di Cagliari ha, inoltre, portato avanti un'intensa attività di ricerca nell'ambito dell'ottimizzazione delle reti di telecomunicazioni. Particolare attenzione è stata rivolta ai problemi di traffic engineering in reti IP e alle problematiche di reliability e survivability in tali reti. Sono state proposte tecniche di ottimizzazione dell'utilizzo della rete internet che presuppongono l'utilizzo dei protocolli IGP (Interior Gateway Protocol) e MPLS (Multi-Protocol Label Switching). Nell'ambito del protocollo IGP è stato sviluppato un algoritmo di ottimizzazione, basato sul Tabu Search, che mira a diminuire il livello di congestione della rete. Dal momento che l'algoritmo di ottimizzazione presenta degli elevati carichi computazionali, esso è stato implementato nella Griglia Computazionale presente in Sardegna [1]. Sono stati inoltre implementati dei modelli LP (Linear Programming) che mirano a diminuire il livello di occupazione della rete e quindi ad aumentare la survivability (capacità della rete di garantire il trasporto del traffico anche in presenza di scenari di fallimento) nell'ambito dell'utilizzo congiunto del protocollo IGP e della tecnologia MPLS [5] [6].

## Bibliografia

- [1] S. Carcangiu, A. Fanni, A. Mereu, and A. Montisci, "Grid-enabled Tabu Search for Electromagnetic Optimization Problems," *IEEE Trans. on Mag.*, vol. 46, no.8, pp. 3265-3268, 2010.
- [2] S. Carcangiu, A. Fanni, A. Montisci, "Multi-Objective Optimization Methods Based on Artificial Neural Networks" *InTech -Search Algorithms and Applications*, ISBN 978-953-307-156-5, edited by Nashat Mansour, April 2011 (<http://www.intechopen.com/articles/show/title/multi-objective-optimization-methods-based-on-artificial-neural-networks>).
- [3] Camplani M, Cannas B, Carcangiu S, Fanni A, Montisci A., Usai M (2010). Tabu-Search Procedure for PAPR Reduction in PLC Channels. In: *Proceeding of the 2010 IEEE International Symposium on Industrial Electronics (ISIE)*, July 4-7, ISBN/ISSN: 978-1-4244-6391-6.
- [4] S. Carcangiu, A. Montisci, Usai "Bit Loading Optimization for Naval PLC Systems" *IEEE ISPLC 2011 Udine Italy*\_April 3-6, 2011, ISBN 978-1-4244-7749-4.
- [5] Mereu A., D. Cherubini, A. Fanni, A. Frangioni, "Primary and Backup Paths Optimal Design for Traffic Engineering in Hybrid IGP/MPLS Networks," *DRCN 2009, 7th Int. Work. On Design and reliable communication networks*, Washington, USA, Oct. 2009.
- [6] D. Cherubini, A. Fanni, A. Mereu, A. Frangioni, C. Murgia, M.G. Scutellà and P. Zuddas, Linear programming models for traffic engineering in 100% survivable networks under combined IS-IS/OSPF and MPLS-TE, *Computers & Operations Research*, vol. 38, no. 12, ISSN 0305-0548, doi:10.1016/j.cor.2011.02.019, pp. 1805-1815, 2011.