

Testing del plugin VELA per Atoll - Ottimizzazione della probabilita' di copertura a partire da mappe di traffico simulate

B. Lecini

Abstract

Atoll è un software professionale utilizzato per studi relativi al Planning Elettromagnetico. Atoll permette di effettuare diverse tipologie di simulazioni (es. Coverage by Signal Level, Coverage by Transmitter, ...) relative alla propagazione del segnale, utilizzando diversi tipi di tecnologie (es. UMTS-HSPA, GSM, CDMA2000, ecc.) su mappe che contengono informazioni sulle caratteristiche della regione di interesse, come per esempio il modello morfologico del terreno e la densità della popolazione.

I principali utilizzatori di questo software sono le compagnie telefoniche, le quali sono interessate a conoscere la copertura e le performance della loro rete telefonica.

Oltre a queste analisi, Atoll permette di interfacciarsi con dei plugin esterni, che possono interagire con esso e rendere possibili nuove tipologie di analisi all'utente finale.

Il centro di ricerche ELEDIA, in collaborazione con Vodafone, ha sviluppato VECOM (Vodafone Eledia COverage Model), un plugin di Atoll che è in grado di calcolare la probabilità di copertura in ogni pixel di una mappa.

Il plugin VELA (Vodafone Eledia pLanning tool) è l'oggetto di questa attività. È un tool di ottimizzazione basato sull'algoritmo di ottimizzazione Particle Swarm Optimization (PSO) che permette di valutare, in maniera automatica, i valori ottimi di:

1. potenza di canale CPICH;
2. azimuth delle antenne;
3. downtilt meccanico delle antenne;
4. altezza delle antenne;

in modo da soddisfare un determinato target imposto dall'utente in termini di probabilità di copertura in ogni pixel della mappa di analisi.

Il tool di ottimizzazione ad ogni iterazione implementa la seguente procedura:

- 1 - il tool di ottimizzazione basato su PSO calcola i nuovi valori delle grandezze elencate precedentemente;
- 2 - VECOM calcola la nuova probabilità di copertura in ogni pixel della mappa;
- 3 - l'algoritmo PSO controlla la probabilità di copertura:
 - 3.1 - se il risultato soddisfa il Target imposto dall'utente o il numero di iterazioni raggiunge il suo valore massimo, la procedura di ottimizzazione è conclusa;
 - 3.2 - altrimenti continua con un'altra iterazione.

Il PSO è un algoritmo di ottimizzazione stocastico multiple agent basato sugli studi sull'intelligenza degli sciami, che permette di trovare la soluzione ottima di un problema, evitando soluzioni sub-ottime.

Il PSO è stato successivamente modificato aggiungendo un peso all'interno del funzionale di costo, che considera la quantità di traffico presente in ogni pixel della mappa. In questo modo l'ottimizzatore fa in modo che si raggiunga un target dove la probabilità di copertura è migliore nelle aree dov'è presente un maggiore traffico.

L'obiettivo dell'attività è quello di creare delle mappe di traffico utilizzando Atoll, che definiscano per ogni pixel di una data mappa la quantità di traffico presente in quell'area, pensando a scenari realistici in base al tipo di mappa da creare. Per esempio per una mappa di traffico giornaliera, il traffico potrebbe essere concentrato nelle zone industriali della città, mentre di sera nelle aree residenziali.

A valle della creazione di tali mappe verranno effettuate delle simulazioni utilizzando VELA, per verificare il comportamento dell'ottimizzatore utilizzando le mappe di traffico create precedentemente.

Reference Bibliography: Evolutionary Optimization [1]-[53].

- [1] P. Rocca, M. Benedetti, M. Donelli, D. Franceschini, and A. Massa, "Evolutionary optimization as applied to inverse problems," *Inverse Problems - 25 th Year Special Issue of Inverse Problems, Invited Topical Review*, vol. 25, pp. 1-41, Dec. 2009.
- [2] P. Rocca, G. Oliveri, and A. Massa, "Differential Evolution as applied to electromagnetics," *IEEE Antennas Propag. Mag.*, vol. 53, no. 1, pp. 38-49, Feb. 2011.
- [3] M. Donelli, D. Franceschini, P. Rocca, and A. Massa, "Three-dimensional microwave imaging problems solved through an efficient multi-scaling particle swarm optimization," *IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing*, vol. 47, no. 5, pp. 1467-1481, May 2009.
- [4] M. Benedetti, G. Franceschini, R. Azaro, and A. Massa, "A numerical assessment of the reconstruction effectiveness of the integrated GA-based multicrack strategy," *IEEE Antennas Wireless Propag. Lett.*, vol. 6, pp. 271-274, 2007.
- [5] G. Oliveri, M. Donelli, and A. Massa, "Genetically-designed arbitrary length almost difference sets," *Electronics Letters*, vol. 5, no. 23, pp. 1182-1183, Nov. 2009.
- [6] P. Rocca, L. Manica, and A. Massa, "An improved excitation matching method based on an ant colony optimization for suboptimal-free clustering in sum-difference compromise synthesis," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 57, no. 8, pp. 2297-2306, Aug. 2009.
- [7] P. Rocca, L. Manica, and A. Massa, "Ant colony based hybrid approach for optimal compromise sum-difference patterns synthesis," *Microwave Opt. Technol. Lett.*, vol. 52, no. 1, pp. 128-132, Jan. 2010.
- [8] P. Rocca, L. Manica, and A. Massa, "Hybrid approach for sub-arrayed monopulse antenna synthesis," *Electronics Letters*, vol. 44, no. 2, pp. 75-76, Jan. 2008.
- [9] P. Rocca, L. Manica, F. Stringari, and A. Massa, "Ant colony optimization for tree-searching based synthesis of monopulse array antenna," *Electronics Letters*, vol. 44, no. 13, pp. 783-785, Jun. 19, 2008.
- [10] F. Viani, M. Salucci, F. Robol, and A. Massa, "Multiband fractal Zigbee/WLAN antenna for ubiquitous wireless environments," *Journal of Electromagnetic Waves and Applications*, vol. 26, no. 11-12, pp. 1554-1562. 2012.
- [11] F. Viani, M. Salucci, F. Robol, G. Oliveri, and A. Massa, "Design of a UHF RFID/GPS fractal antenna for logistics management," *Journal of Electromagnetic Waves and Applications*, vol. 26, pp. 480-492, 2012.
- [12] L. Lizzi, R. Azaro, G. Oliveri, and A. Massa, "Multiband fractal antenna for wireless communication systems for emergency management," *Journal of Electromagnetic Waves and Applications*, vol. 26, no. 1, pp. 1-11, 2012.

- [13] R. Azaro, E. Zeni, P. Rocca, and A. Massa, "Innovative design of a planar fractal-shaped GPS/GSM/Wi-Fi antenna," *Microwave Opt. Technol. Lett.*, vol. 50, no. 3, pp. 825-829, Mar. 2008.
- [14] R. Azaro, F. Viani, L. Lizzi, E. Zeni, and A. Massa, "A monopolar quad-band antenna based on a Hilbert self-affine pre-fractal geometry," *IEEE Antennas Wireless Propag. Lett.*, vol. 8, pp. 177-180, 2009.
- [15] R. Azaro, L. Debiassi, E. Zeni, M. Benedetti, P. Rocca, and A. Massa, "A hybrid prefractal three-band antenna for multi-standard mobile wireless applications," *IEEE Antennas Wireless Propag. Lett.*, vol. 8, pp. 905-908, 2009.
- [16] L. Lizzi and A. Massa, "Dual-band printed fractal monopole antenna for LTE applications," *IEEE Antennas Wireless Propag. Lett.*, vol. 10, pp. 760-763, 2011.
- [17] L. Lizzi and G. Oliveri, "Hybrid design of a fractal-shaped GSM/UMTS antenna," *Journal of Electromagnetic Waves and Applications*, vol. 24, no. 5/6, pp. 707-719, Mar. 2010.
- [18] R. Azaro, E. Zeni, P. Rocca, and A. Massa, "Synthesis of a Galileo and Wi-Max three-band fractal-eroded patch antenna," *IEEE Antennas Wireless Propag. Lett.*, vol. 6, pp. 510-514, 2007.
- [19] F. Viani, "Dual-band sierpinski pre-fractal antenna for 2.4GHz-WLAN and 800MHz-LTE wireless devices," *Progress In Electromagnetics Research C*, vol. 35, pp. 63-71, 2013.
- [20] E. Zeni, R. Azaro, P. Rocca, and A. Massa, "Quad-band patch antenna for Galileo and Wi-Max services," *Electronics Letters*, vol. 43, no. 18, pp. 960-962, Aug. 2007.
- [21] L. Lizzi, F. Viani, E. Zeni, and A. Massa, "A DVBH/GSM/UMTS planar antenna for multimode wireless devices," *IEEE Antennas Wireless Propag. Lett.*, vol. 8, pp. 616-619, 2009.
- [22] L. Lizzi, F. Viani, R. Azaro, and A. Massa, "A PSO-driven spline-based shaping approach for ultra-wideband (UWB) antenna synthesis," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 56, no. 8, pp. 2613-2621, Aug. 2008.
- [23] L. Lizzi, R. Azaro, G. Oliveri, and A. Massa, "Printed UWB antenna operating over multiple mobile wireless standards," *IEEE Antennas Wireless Propag. Lett.*, vol. 10, pp. 1429-1432, 2011.
- [24] L. Lizzi, F. Viani, R. Azaro, and A. Massa, "Design of a miniaturized planar antenna for FCC-UWB communication systems," *Microwave Opt. Technol. Lett.*, vol. 50, no. 7, pp. 1975-1978, Jul. 2008.
- [25] F. Viani, L. Lizzi, R. Azaro, and A. Massa, "A miniaturized UWB antenna for wireless dongle devices," *IEEE Antennas Wireless Propag. Lett.*, vol. 7, pp. 714-717, 2008.
- [26] F. Viani, L. Lizzi, R. Azaro, and A. Massa, "Spline-shaped ultra-wideband antenna operating in the ECC released frequency spectrum," *Electronics Letters*, vol. 44, no. 1, pp. 7-8, Jan. 2008.
- [27] L. Lizzi, F. Viani, R. Azaro, and A. Massa, "Optimization of a spline-shaped UWB antenna by PSO," *IEEE Antennas Wireless Propag. Lett.*, vol. 6, pp. 182-185, 2007.
- [28] L. Lizzi, G. Oliveri, and A. Massa, "A time-domain approach to the synthesis of UWB antenna systems," *Progress in Electromagnetic Research*, vol. 122, pp. 557-575, 2012.
- [29] L. Lizzi, G. Oliveri, and A. Massa, "Planar monopole UWB antenna with UNII1/UNII2 WLAN-band notched characteristics," *Progress in Electromagnetic Research B*, vol. 25, pp. 277-292, 2010.
- [30] L. Lizzi, F. Viani, and A. Massa, "Dual-band spline-shaped PCB antenna for Wi-Fi applications," *IEEE Antennas Wireless Propag. Lett.*, vol. 8, pp. 616-619, 2009.
- [31] L. Poli, P. Rocca, G. Oliveri, and A. Massa, "Adaptive nulling in time-modulated linear arrays with minimum power losses," *IET Microwaves, Antennas & Propagation*, vol. 5, no. 2, pp. 157-166, 2011.

- [32] P. Rocca, L. Poli, G. Oliveri, and A. Massa, "Adaptive nulling in time-varying scenarios through time-modulated linear arrays," *IEEE Antennas Wireless Propag. Lett.*, vol. 11, pp. 101-104, 2012.
- [33] M. Benedetti, G. Oliveri, P. Rocca, and A. Massa, "A fully-adaptive smart antenna prototype: ideal model and experimental validation in complex interference scenarios," *Progress in Electromagnetic Research, PIER 96*, pp. 173-191, 2009.
- [34] M. Benedetti, R. Azaro, and A. Massa, "Memory enhanced PSO-based optimization approach for smart antennas control in complex interference scenarios," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 56, no. 7, pp. 1939-1947, Jul. 2008.
- [35] M. Benedetti, R. Azaro, and A. Massa, "Experimental validation of a fully-adaptive smart antenna prototype," *Electronics Letters*, vol. 44, no. 11, pp. 661-662, May 2008.
- [36] R. Azaro, L. Ioriatti, M. Martinelli, M. Benedetti, and A. Massa, "An experimental realization of a fully-adaptive smart antenna," *Microwave Opt. Technol. Lett.*, vol. 50, no. 6, pp. 1715-1716, Jun. 2008.
- [37] M. Donelli, R. Azaro, L. Fimognari, and A. Massa, "A planar electronically reconfigurable Wi-Fi band antenna based on a parasitic microstrip structure," *IEEE Antennas Wireless Propag. Lett.*, vol. 6, pp. 623-626, 2007.
- [38] M. Benedetti, R. Azaro, D. Franceschini, and A. Massa, "PSO-based real-time control of planar uniform circular arrays," *IEEE Antennas Wireless Propag. Lett.*, vol. 5, pp. 545-548, 2006.
- [39] F. Viani, L. Lizzi, M. Donelli, D. Pregnotato, G. Oliveri, and A. Massa, "Exploitation of smart antennas in wireless sensor networks," *Journal of Electromagnetic Waves and Applications*, vol. 24, no. 5/6, pp. 993-1003, 2010.
- [40] E. T. Bekele, L. Poli, M. D'Urso, P. Rocca, and A. Massa, "Pulse-shaping strategy for time modulated arrays - Analysis and design," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, in press.
- [41] P. Rocca, L. Poli, G. Oliveri, and A. Massa, "A multi-stage approach for the synthesis of sub-arrayed time modulated linear arrays," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 59, no. 9, pp. 3246-3254, Sep. 2011.
- [42] L. Poli, P. Rocca, G. Oliveri, and A. Massa, "Harmonic beamforming in time-modulated linear arrays," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 59, no. 7, pp. 2538-2545, Jul. 2011.
- [43] L. Poli, P. Rocca, L. Manica, and A. Massa, "Handling sideband radiations in time-modulated arrays through particle swarm optimization," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 58, no. 4, pp. 1408-1411, Apr. 2010.
- [44] P. Rocca, L. Poli, G. Oliveri, and A. Massa, "Adaptive nulling in time-varying scenarios through time-modulated linear arrays," *IEEE Antennas Wireless Propag. Lett.*, vol. 11, pp. 101-104, 2012.
- [45] P. Rocca, L. Poli, and A. Massa, "Instantaneous directivity optimization in time-modulated array receivers," *IET Microwaves, Antennas & Propagation*, vol. 6, no. 14, pp. 1590-1597, Nov. 2012.
- [46] P. Rocca, L. Poli, L. Manica, and A. Massa, "Synthesis of monopulse time-modulated planar arrays with controlled sideband radiation," *IET Radar, Sonar & Navigation*, vol. 6, no. 6, pp. 432-442, 2012.
- [47] L. Poli, P. Rocca, and A. Massa, "Sideband radiation reduction exploiting pattern multiplication in directive time-modulated linear arrays," *IET Microwaves, Antennas & Propagation*, vol. 6, no. 2, pp. 214-222, 2012
- [48] L. Poli, P. Rocca, G. Oliveri, and A. Massa, "Adaptive nulling in time-modulated linear arrays with minimum power losses," *IET Microwaves, Antennas & Propagation*, vol. 5, no. 2, pp. 157-166, 2011

- [49] L. Poli, P. Rocca, L. Manica, and A. Massa, "Time modulated planar arrays - Analysis and optimization of the sideband radiations," IET Microwaves, Antennas & Propagation, vol. 4, no. 9, pp. 1165-1171, 2010.
- [50] L. Poli, P. Rocca, L. Manica, and A. Massa, "Pattern synthesis in time-modulated linear arrays through pulse shifting," IET Microwaves, Antennas & Propagation, vol. 4, no. 9, pp. 1157-1164, 2010.
- [51] P. Rocca, L. Poli, G. Oliveri, and A. Massa, "Synthesis of time-modulated planar arrays with controlled harmonic radiations," Journal of Electromagnetic Waves and Applications, vol. 24, no. 5/6, pp. 827-838, 2010.
- [52] L. Manica, P. Rocca, L. Poli, and A. Massa, "Almost time-independent performance in time-modulated linear arrays," IEEE Antennas Wireless Propag. Lett., vol. 8, pp. 843-846, 2009.
- [53] P. Rocca, L. Manica, L. Poli, and A. Massa, "Synthesis of compromise sum-difference arrays through time-modulation," IET Radar, Sonar & Navigation, vol. 3, no. 6, pp. 630-637, 2009.

*This report is submitted in partial fulfillment of the degree of the course "CEMIA".
Supervisors: Prof. Andrea Massa, Dr. Enrico Giarola, Dr. Federico Viani.*