

# Ricostruzione di cilindri dielettrici circolari mediante Interval Analysis: approccio basato su approssimazione di Born di secondo ordine

D. Castelletti

## Abstract

Le tecniche di imaging elettromagnetico consentono la ricostruzione delle caratteristiche elettromagnetiche di un'area non nota, partendo dalle misure di campo scatterato conseguente all'interazione tra campo elettromagnetico incidente ed oggetto. Tali metodologie sono note anche con il termine di tecniche di scattering inverso, poiché dai dati del problema si vuole determinare la geometria che li ha generati. Un approccio comune per la risoluzione di problemi di questo tipo consiste nella riformulazione del problema di inversione in un problema di minimizzazione di un funzionale di costo. A tal fine, l'applicazione di tecniche basate sull'utilizzo della teoria alla base dell'"Interval Analysis" può rappresentare un metodo efficace per riuscire ad identificare il valore e la posizione del minimo globale di un funzionale di costo con qualsiasi livello di accuratezza.

Scopo di questa attività è quello di valutare le prestazioni della metodologia proposta nella ricostruzione della forma e delle caratteristiche dielettriche della sezione di un cilindro dielettrico. A tal fine, durante il processo di ricostruzione, il campo totale all'interno del dominio di indagine viene calcolato utilizzando l'approssimazione di Born di II ordine.

**Reference Bibliography:** Interval Analysis [4]-[7]; Interval Analysis and Inverse Scattering [1]-[3]; Inverse Scattering [8]-[23].

- [1] P. Rocca, M. Carlin, G. Oliveri, and A. Massa, "Interval analysis as applied to inverse scattering," IEEE International Symposium on Antennas Propag. (APS/URSI 2013), Chicago, Illinois, USA, Jul. 8-14, 2012.
- [2] L. Manica, P. Rocca, M. Salucci, M. Carlin, and A. Massa, "Scattering data inversion through interval analysis under Rytov approximation," 7th European Conference on Antennas Propag. (EuCAP 2013), Gothenburg, Sweden, Apr. 8-12, 2013.
- [3] P. Rocca, M. Carlin, and A. Massa, "Imaging weak scatterers by means of an innovative inverse scattering technique based on the interval analysis," 6th European Conference on Antennas Propag. (EuCAP 2012), Prague, Czech Republic, Mar. 26-30, 2012.
- [4] P. Rocca, L. Manica, N. Anselmi, and A. Massa, "Analysis of the pattern tolerances in linear arrays with arbitrary amplitude errors," IEEE Antennas Wireless Propag. Lett., vol. 12, pp. 639-642, 2013.
- [5] L. Manica, P. Rocca, N. Anselmi, and A. Massa, "On the synthesis of reliable linear arrays through interval arithmetic," IEEE International Symposium on Antennas Propag. (APS/URSI 2013), Orlando, Florida, USA, Jul. 7-12, 2013 (accepted).

- [6] L. Manica, P. Rocca, G. Oliveri, and A. Massa, "Designing radiating systems through interval analysis tools," IEEE International Symposium on Antennas Propag. (APS/URSI 2013), Orlando, Florida, USA, Jul. 7-12, 2013 (accepted).
- [7] M. Carlin, N. Anselmi, L. Manica, P. Rocca, and A. Massa, "Exploiting interval arithmetic for predicting real arrays performances - The linear case," IEEE International Symposium on Antennas Propag. (APS/URSI 2013), Orlando, Florida, USA, Jul. 7-12, 2013 (accepted).
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] L. Poli, G. Oliveri, and A. Massa, "Imaging sparse metallic cylinders through a Local Shape Function Bayesian Compressive Sensing approach," Journal of Optical Society of America A, vol. 30, no. 6, pp. 1261-1272, 2013.
- [11] F. Viani, L. Poli, G. Oliveri, F. Robol, and A. Massa, "Sparse scatterers imaging through approximated multitask compressive sensing strategies," Microwave Opt. Technol. Lett., vol. 55, no. 7, pp. 1553-1558, Jul. 2013.
- [12] L. Poli, G. Oliveri, P. Rocca, and A. Massa, "Bayesian compressive sensing approaches for the reconstruction of two-dimensional sparse scatterers under TE illumination," IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing, vol. 51, no. 5, pp. 2920-2936, May. 2013.
- [13] L. Poli, G. Oliveri, and A. Massa, "Microwave imaging within the first-order Born approximation by means of the contrast-field Bayesian compressive sensing," IEEE Trans. Antennas Propag., vol. 60, no. 6, pp. 2865-2879, Jun. 2012.
- [14] G. Oliveri, P. Rocca, and A. Massa, "A bayesian compressive sampling-based inversion for imaging sparse scatterers," IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing, vol. 49, no. 10, pp. 3993-4006, Oct. 2011.
- [15] G. Oliveri, L. Poli, P. Rocca, and A. Massa, "Bayesian compressive optical imaging within the Rytov approximation," Optics Letters, vol. 37, no. 10, pp. 1760-1762, 2012.
- [16] L. Poli, G. Oliveri, F. Viani, and A. Massa, "MT-BCS-based microwave imaging approach through minimum-norm current expansion," IEEE Trans. Antennas Propag., in press. doi:10.1109/TAP.2013.2265254
- [17] S. C. Hagness, E. C. Fear, and A. Massa, "Guest Editorial: Special Cluster on Microwave Medical Imaging", IEEE Antennas Wireless Propag. Lett., vol. 11, pp. 1592-1597, 2012.
- [18] G. Oliveri, Y. Zhong, X. Chen, and A. Massa, "Multi-resolution subspace-based optimization method for inverse scattering," Journal of Optical Society of America A, vol. 28, no. 10, pp. 2057-2069, Oct. 2011.
- [19] A. Randazzo, G. Oliveri, A. Massa, and M. Pastorino, "Electromagnetic inversion with the multiscaling inexact-Newton method - Experimental validation," Microwave Opt. Technol. Lett., vol. 53, no. 12, pp. 2834-2838, Dec. 2011.
- [20] G. Oliveri, L. Lizzi, M. Pastorino, and A. Massa, "A nested multi-scaling inexact-Newton iterative approach for microwave imaging," IEEE Trans. Antennas Propag., vol. 60, no. 2, pp. 971-983, Feb. 2012.
- [21] G. Oliveri, A. Randazzo, M. Pastorino, and A. Massa, "Electromagnetic imaging within the contrast-source formulation by means of the multiscaling inexact Newton method," Journal of Optical Society of America A, vol. 29, no. 6, pp. 945-958, 2012.

- [22] M. Benedetti, D. Lesselier, M. Lambert, and A. Massa, "Multiple shapes reconstruction by means of multi-region level sets," IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing, vol. 48, no. 5, pp. 2330-2342, May 2010.
- [23] M. Benedetti, D. Lesselier, M. Lambert, and A. Massa, "A multi-resolution technique based on shape optimization for the reconstruction of homogeneous dielectric objects," Inverse Problems, vol. 25, no. 1, pp. 1-26, Jan. 2009.

*This report is submitted in partial fulfillment of the degree of the course "TADIB".  
Supervisors: Prof. Andrea Massa, Dr. Matteo Carlin, Dr. Paolo Rocca.*