

STUDIO E IMPLEMENTAZIONE DELL'ALGORITMO IMSA LEVEL SET MULTI-OGGETTO/MULTI-REGIONE

L. Poli

Abstract

I metodi deterministici basati sull'aggiornamento di una appropriata funzione associata alle incognite (Level Set Methods) rappresentano una delle metodologie di risoluzione dei problemi inversi. Tali tecniche iterative considerano l'evoluzione di una regione, che rappresenta la soluzione di prova del problema, all'interno del dominio d'indagine. Tale regione è correlata ad una funzione continua definita nello spazio di ricerca (ad esempio la minima distanza tra i punti del dominio d'indagine e il bordo della regione) che viene aggiornata per mezzo di un'equazione di Hamilton-Jacobi. La velocità all'interno di tale espressione è calcolata con l'ausilio di un problema aggiunto ("adjoint problem"). Quest'ultimo permette di semplificare la derivata della funzione di costo. In particolare, si assume di avere delle sorgenti elettromagnetiche localizzate in corrispondenza dei ricevitori e irradianti un campo dato dalla differenza tra i dati (campo scatterato) e la quantità correlata alla soluzione di prova. La funzione continua (o Level Set) permette di determinare uno o più oggetti all'interno del dominio di indagine, in modo del tutto naturale, senza che sia necessario imporre vincoli di qualsiasi genere. Al fine di sfruttare questa potenzialità anche con una tecnica multirisoluzione, è necessario sviluppare un algoritmo multi-scaling che permetta l'individuazione di più regioni d'interesse, nelle quali la risoluzione spaziale viene incrementata a seconda delle necessità. L'obiettivo del progetto è quello di studiare e implementare tale algoritmo multi-oggetto/multi-regione, affrontando prima il problema dal punto di vista teorico.

References Bibliography: Inverse Scattering [1] – [19].

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 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.

- [6] 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.
- [7] 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.
- [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] 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.
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] 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.
- [14] 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.
- [15] 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.
- [16] 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.
- [17] 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.
- [18] 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.
- [19] 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.

This report is submitted in partial fulfillment of the degree of the course "TADIB".

Supervisors: Prof. A. Massa, Dr. M. Benedetti.