

# DOA Estimation through Bayesian Compressive Sensing applied to L-Shaped Planar Arrays

D. Gutierrez

## Abstract

La stima della direzione di arrivo (DOA) di segnali incidenti sull'antenna riveste grande importanza nell'ambito delle smart antennas. La conoscenza di tale informazione, infatti, permette la riconfigurazione della smart antenna in modo che il massimo del diagramma di radiazione sia rivolto verso il segnale desiderato, mentre i nulli siano posizionati in direzione dei segnali interferenti. In letteratura esistono molti algoritmi (es. Music, Esprit) in grado di stimare le DOAs. La maggior parte di questi algoritmi si basa sulla decomposizione in autovalori e autovettori della matrice di covarianza stimata sulla base delle tensioni misurate sugli elementi dell'array. Pur essendo molto diffuse, tali metodologie spesso richiedono un elevato carico computazionale e la conoscenza del numero di segnali incidenti.

In questo ambito, il gruppo Eledia ha sviluppato un algoritmo basato sull'applicazione delle tecniche di Bayesian Compressive Sensing al problema di stima della DoA tramite array lineari. Tale approccio è però limitativo, in quanto la geometria lineare permette la stima della DOA rispetto ad una sola coordinata angolare. Per ovviare a questo problema, tale metodologia è stata quindi estesa a geometrie di tipo planare, che permettono di ottenere stime sia di elevazione (angolo theta) che di azimuth (angolo phi) dei segnali incidenti. Scopo del presente progetto è quello di analizzare le prestazioni di una configurazione di tipo ad L, con elementi disposti sul piano x-y.

**Reference Bibliography:** Compressive Sensing [4]-[15]; Compressive Sensing and Direction-of-Arrival [1]-[3]; Direction-of-Arrival [16]-[18].

- [1] M. Carlin, P. Rocca, G. Oliveri, F. Viani, and A. Massa, "Directions-of-Arrival Estimation through Bayesian Compressive Sensing strategies," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, in press.
- [2] M. Carlin, P. Rocca, "A Bayesian compressive sensing strategy for direction-of-arrival estimation," 6th European Conference on Antennas Propag. (EuCAP 2012), Prague, Czech Republic, pp. 1508-1509, 26-30 Mar. 2012.
- [3] M. Carlin, P. Rocca, G. Oliveri, and A. Massa, "Bayesian compressive sensing as applied to directions-of-arrival estimation in planar arrays", *Journal of Electrical and Computer Engineering*, Special Issue on "Advances in Radar Technologies," vol. 2013, Article ID 245867, 12 pages, 2013. doi:10.1155/2013/245867
- [4] 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.

- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] 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
- [11] G. Oliveri and A. Massa, "Bayesian compressive sampling for pattern synthesis with maximally sparse non-uniform linear arrays," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 59, no. 2, pp. 467-481, Feb. 2011.
- [12] G. Oliveri, M. Carlin, and A. Massa, "Complex-weight sparse linear array synthesis by Bayesian Compressive Sampling," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 60, no. 5, pp. 2309-2326, May 2012.
- [13] G. Oliveri, P. Rocca, and A. Massa, "Reliable Diagnosis of Large Linear Arrays - A Bayesian Compressive Sensing Approach," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 60, no. 10, pp. 4627-4636, Oct. 2012.
- [14] F. Viani, G. Oliveri, and A. Massa, "Compressive sensing pattern matching techniques for synthesizing planar sparse arrays" *IEEE Trans. Antennas Propag.*, in press. doi:10.1109/TAP.2013.2267195
- [15] G. Oliveri, E. T. Bekele, F. Robol, and A. Massa, "Sparsening conformal arrays through a versatile BCS-based method," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, in press, 2013.
- [16] L. Lizzi, F. Viani, M. Benedetti, P. Rocca, and A. Massa, "The M-DSO-ESPRIT method for maximum likelihood DoA estimation," *Progress in Electromagnetic Research*, vol. 80, pp. 477-497, 2008.
- [17] M. Donelli, F. Viani, P. Rocca, and A. Massa, "An innovative multi-resolution approach for DoA estimation based on a support vector classification," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 57, no. 8, pp. 2279-2292, Aug. 2009.
- [18] L. Lizzi, G. Oliveri, P. Rocca, and A. Massa, "Estimation of the direction-of-arrival of correlated signals by means of a SVM-based multi-resolution approach," *IEEE Antennas Propag. Society International Symposium (APSURSI)*, Toronto, ON, Canada, pp. 1-4, 11-17 Jul. 2010.

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