

ED STIC - Proposition de Sujets de Thèse pour la campagne d'Allocation de thèses 2017

Axe Sophi@Stic :

Titre du sujet :

Mention de thèse :

HDR Directeur de thèse inscrit à l'ED STIC :

Co-encadrant de thèse éventuel :

Nom :

Prénom :

Email :

Téléphone :

Email de contact pour ce sujet :

Laboratoire d'accueil :

Description du sujet :

Les techniques de mesures radar ultra large bande sont généralement utilisées pour des applications dites à pénétration de surface (SPR) comme le radar à pénétration de sol (contrôle non destructif en génie civil, imagerie à but géophysique) ou bien le radar de vision à travers les murs (TTW) pour des applications de secours à la personne. Cette technologie basée sur l'émission de brèves impulsions électromagnétiques ou de rampes de fréquence n'est cependant pas cantonnée à ces problématiques puisqu'elle adresse également les applications radar classiques où la discrimination des cibles est nécessaire. En effet, des travaux de ce type ont été initiés par C.E. Baum [1] qui a proposé d'utiliser des méthodes d'expansions en singularités (SEM) au champ diffracté par un objet éclairé par une onde incidente large bande. L'extraction et l'étude des pôles de résonance de ces signaux mesurés permettent de distinguer les différentes

cibles par l'identification des pôles naturels qui leur sont propres. Ces techniques se sont diversifiées et améliorées au fil des décennies afin d'obtenir une meilleure robustesse au bruit de mesure notamment. Des travaux appliqués à la discrimination de cibles canoniques ont été menés ces dernières années que ce soit dans le domaine temporel [2] ou fréquentiel [3]

Le développement de systèmes radars est une des activités majeures de l'équipe « Imagerie microonde et Systèmes d'Antennes » (ISA) du LEAT pour des domaines d'application variés (radar à pénétration de surface, vision à travers les murs, détection de mines anti personnelles, imagerie du cerveau, détection de débris sur pistes d'aéroport, etc...). Afin d'estimer efficacement les performances des antennes utilisées, des techniques de caractérisation ainsi que de nouveaux critères de performances ont été développés (fonction de transfert, réponse impulsionnelle, facteur de fidélité,...)[4]. Cependant, bien qu'informatifs, ces critères de performance étaient soit insuffisamment précis pour être utilisables dans les algorithmes d'imagerie, soit représentaient un volume de données trop important (diagrammes 3D sur de larges bandes de fréquences). Le laboratoire a donc axé ses dernières recherches sur la compression de ces données, avec notamment les méthodes d'expansion en vecteurs sphériques de diagrammes d'antennes afin d'obtenir un modèle compact et extrêmement précis du rayonnement de ces antennes en environnement réel. Ces travaux ont été menés dans un contexte radar : ils permettent notamment la connaissance du champ rayonné dans tout l'espace (champ proche ou lointain), puis ont été appliqués à des antennes rayonnant à travers différents types d'interfaces. Les taux de compressions atteints, en les associant à des méthodes de développement en singularités, sont de l'ordre de 1 : 100 [5-7].

Les objectifs de cette thèse peuvent donc se découper selon deux axes principaux :

-□ Tout d'abord, l'amélioration des modèles obtenus afin de minimiser le nombre de paramètres représentatifs d'une antenne mais également l'augmentation de leur précision. Cela passe donc par l'amélioration du taux de compression des algorithmes développés, par exemple en appliquant des rotations aux diagrammes mesurés. Il existe en effet des orientations privilégiées de l'antenne permettant de tirer parti des symétries de rayonnement, et donc d'améliorer la compacité du modèle. Afin d'augmenter la précision il est également possible de simuler une translation de l'antenne dans le repère et ainsi compenser d'éventuelles erreurs de placement de l'antenne lors de mesures. Il conviendra d'étudier également le cas d'antennes en présence de différentes interfaces typiques.

-□ Le second axe de cette thèse est l'application de ces traitements au champ diffracté par une cible éclairée par un champ électromagnétique large bande. A la discrimination fréquentielle des cibles issue des pôles obtenus par la SEM, la décomposition en vecteurs sphériques ajoutera une information angulaire qui permettra de dégager une « signature modale » des cibles, ce qui complétera le modèle et rendra plus robustes et efficaces les algorithmes de discrimination de cible en post-traitement

Ces deux axes auront en commun une partie expérimentale qui pourra s'appuyer sur le Banc champ proche de mesure 3D du laboratoire. Les techniques de métrologies développées et les traitements de compression associés permettront de développer une banque de données d'antennes, d'interfaces et de cibles canoniques dont les indicateurs multiples (fréquentiels et angulaires) devraient offrir une bonne discrimination tout en limitant le volume de données à étudier.

- [1] C. E. Baum, "The singularity expansion method," in Transient Electromagnetic Field, L. B. Felsen, d. New York: Springer-Verlag, 1976,pp. 129-179.
- [2] J. Chauveau, N. de Beaucoudrey, and J. Saillard, « Selection of Contributing Natural Poles for the Characterization of Perfectly Conducting Targets in Resonance Region”, IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol. 55, N°. 9, Sept 2007.
- [3] W. Lee, T. K. Sarkar, H. Moon, M. Salazar-Palma, "Computation of the Natural Poles of an Object in the Frequency Domain Using the Cauchy Method”, IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, Vol. 11, 2012.
- [4] X. Begaud, F. Bucaille, J.-Y.Dauvignac, C. Delaveaud, N. Fortino, S. Hetuin, G. Kossiavas, C. Roblin, A. Sibille, "Ultra Wide Band Antennas”, London, UK : ISTE Ltd ; Hoboken, NJ (USA) : John Wiley & Sons, 2011
- [5] A. Roussafi, N. Fortino, J.-Y.Dauvignac, "UWB Antenna 3D Characterization Using Matrix Pencil Method”, International Conference on Antenna Measurements & Applications: Focus on Antenna Systems (CAMA 2014), 16/11/2014, Antibes-Juan les Pins, FR, Special Session SP5
- [6] A. Roussafi, N. Fortino, J.-Y.Dauvignac, "Compact modeling of UWB antenna 3D Near Field radiation using Spherical Vector Wave Expansion and Cauchy methods”, Antennas and Wireless Propagation Letters, IEEE (IEEE AWPL), accepted, May 2016
- [7] A.Roussafi, L.Brochier, N.Fortino and J.-Y.Dauvignac, "Compact Modeling of UWB Antenna Radiation Pattern in TTW Context” 2016 IEEE Conference on Antenna Measurements & Applications (CAMA), Syracuse(NY), 2016, pp.1-4.

English version: