

FERMAT une nouvelle approche de la simulation électromagnétique et radar.

A. BERGES ¹, H.J. MAMETSA ¹, J. LATGER ²

1 ONERA/DEMR
2, Avenue E. BELIN
31055 TOULOUSE CEDEX
berges@onera.fr
mametsa@onera.fr

2 OKTAL SE
2, rue de BOUDEVILLE
31100 TOULOUSE
ilatger@oktal.fr

Résumé

Le développement de Bases De Données 3D très réalistes, géométriques et physiques, de tout type de terrain et de milieux et les avancées dans la modélisation asymptotique de l'interaction d'une onde électromagnétique avec l'environnement et les objets permettent une nouvelle approche physique de la simulation électromagnétique et radar. Le logiciel FERMAT, développé en coopération par l'ONERA/DEMR et la société OKTAL SE, exploite ces nouvelles potentialités.

Mots clefs

Simulation radar, simulation électromagnétique, électromagnétisme haute fréquence, SER.

Dans le cadre du Projet d'Atelier de Modélisation Electromagnétique (PAME), l'ONERA/DEMR développe le code électromagnétique (EM) FERMAT (Fonctionnalités pour l'Electromagnétisme et le Radar par des Méthodes AsympTotiques). Ce code capitalise une part des résultats de travaux de recherche et de thèses sur les méthodes électromagnétiques hautes fréquences et les calculs asymptotiques de champs. Il permet de disposer d'un noyau de calcul unique pour les études concernant les applications radar, rayonnement d'antennes, compatibilité électromagnétique intersystème (CEMIS) et propagation.

Les besoins nombreux et variés en réalité virtuelle 3D pour des applications simulateur d'entraînements ou développement de maquettes virtuelles de capteurs en optique visible ou infra rouge face à l'environnement ont accéléré la mise à disposition d'outils efficaces de génération et de mise à disposition de Bases De Données (BDD) de terrains et environnement. Ces outils tel AGETIM de la société OKTAL SE permettent de générer des BDD 3D géométriques et physiques qui sont une représentation très réaliste de l'environnement incorporant le terrain, la végétation et les constructions en « sur sol » ainsi que des cibles d'intérêt pour le radar.

L'exploitation des modèles EM asymptotiques sur ces nouvelles BDD permet une nouvelle approche de la simulation EM et radar par une prise en compte physique directe de l'interaction de l'onde EM avec la scène : cibles et fond. Le code FERMAT utilise cette possibilité et exploite les BDD géométriques enrichies de propriétés physiques grâce à la technique informatique du lancer géométrique de rayons qui permet avec une grande efficacité de suivre la propagation, la réflexion et la diffraction des ondes dans la scène et de calculer directement l'interaction de l'onde avec le milieu et donc la réponse EM d'une scène.

Le code FERMAT associe, pour les simulations EM, différentes techniques ou outils :

- Des Bases De Données géométriques virtuelles 3D, renseignées des propriétés physiques des matériaux la composant et comportant un grand nombre d'éléments de paysages et objets tels que des véhicules, des bâtiments,..., restitués en plusieurs milliers de faces géométriques planes et les outils de gestion associés qui sont les données d'entrée de la simulation.
- La tabulation des coefficients EM de diffusion des surfaces naturelles et rugueuses.
- Une technique optimisée de lancer géométrique de rayons, calculant les intersections et le suivi géométrique entre les rayons lancés depuis l'émetteur vers la Base De Données et le retour vers le récepteur.
- Des modèles électromagnétiques de propagation, réflexion, diffusion, diffraction et une stratégie d'utilisation qui permet un calcul unifié en champ proche ou en champ lointain des scènes. La complexité de la scène virtuelle traitée a peu d'influence sur le temps de calcul. La prise en compte des rugosités de surface permet d'étendre les formulations jusqu'aux ondes millimétriques. Ces modèles sont les formulations de l'Optique Géométrique (OG), de l'Optique Physique (OP) et de la Méthode des Courants Equivalents (MCE) pour la diffraction.

- Des outils de génération et de gestion de scénarios pour reproduire l'évolution des mobiles et l'évolution d'un capteur radar face au paysage selon le type de calcul de champ
- Des modèles d'antennes et de capteurs radar.
- Des outils de visualisation des résultats.

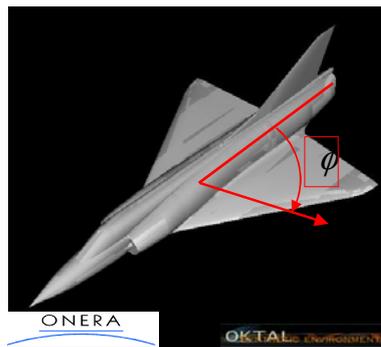
L'outil logiciel permet un calcul direct, utilisant des modèles physiques, de l'interaction de l'onde électromagnétique avec le milieu naturel en zone proche et lointaine des éléments diffractants. Les effets géométriques de cette interaction : effets d'ombres, « speckle », projection du relief, dièdres naturels, couplage cibles environnements, trajets multiples sont naturellement pris en compte par la méthode. Les cibles, définies par des CAO, sont incluses dans la BDD terrain et leur contribution calculée à la volée.

Dans le cas d'une simulation radar, le capteur est directement modélisé par une fonction d'observation en angles, distance, vitesse qui exploite la fonction d'ambiguïté du radar.

L'outil a été, entre autre, utilisé pour l'étude par simulation de l'apport de capteurs radar millimétrique dans une utilisation de vision augmentée de la perception de la situation aéroportuaire par les pilotes. Pour cela, ont été exploités des scénarios, avec obstacles au sol réalisés dans la Base de Données de l'aéroport de Toulouse Blagnac, d'atterrissage et roulage dans des situations de météo dégradée.

L'outil permet aussi le calcul de Surfaces Équivalente Radar (SER) d'objets et la génération d'image SAR (voir ci dessous) de scènes et de cibles paramétrées par les résolutions du radar et les conditions de prise d'informations.

La validation consiste essentiellement à comparer, lors de « workshops » spécialisés nationaux et internationaux, les modèles EM utilisés, soit à d'autres méthodes de référence soit à des mesures, sur des objets simples dits canoniques permettant de tester les différentes interactions EM.



Base de données

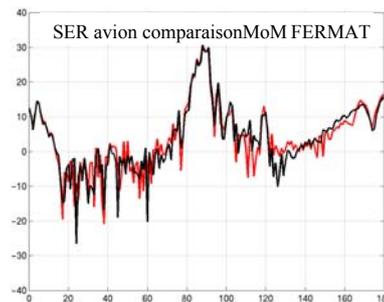


Image SAR



Références bibliographiques

« Utilisation du lancer de rayons pour le calcul de l'interaction d'un rayonnement EM avec des objets complexes métalliques et diélectriques » Thèse de l'Université Paul Sabatier, Toulouse, octobre. 2004, S. Laybros.

« Apport de la simulation aux études de radar pour applications en vision renforcée ». A. Bergès, H.J. Mametsa, T. Cathala, F. Rouas, B. Lamiscarre. REE, Revue de la Société de l'Electricité, de l'Electronique et des Technologies de l'Information et de la Communication, N°4 avril 2002, pp. 35-38.

« Les méthodes asymptotiques en électromagnétisme ». D. Bouche, F. Molinet, Springer-Verlag 1994.