www.onera.fr

ONERA
THE FRENCH AEROSPACE LAB

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Détection et localisation de cibles masquées en milieu urbain

Référence : **PHY-DEMR-2024-17**

(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : 10/2024	**Date limite de candidature :** 01/06/2024

Mots clés

Détection, localisation, NLOS, milieu urbain

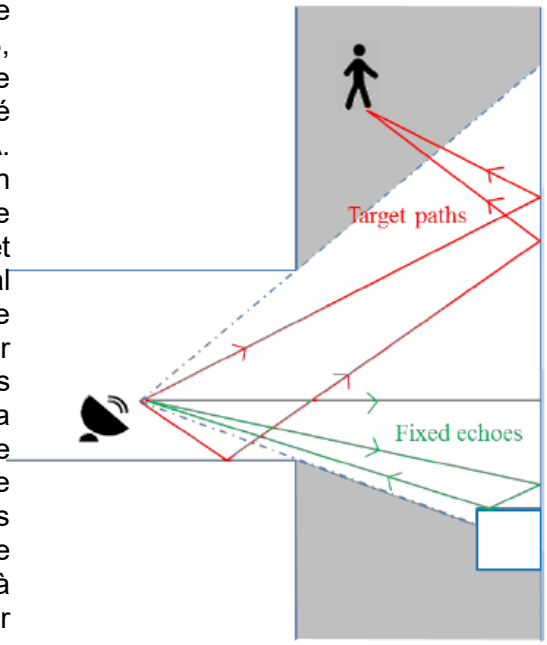
Profil et compétences recherchées

Grande école d'ingénieur ou Master 2 avec excellent dossier. Bonnes connaissances en traitement du signal, des connaissances en radar seraient un plus.

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

Les applications radar en milieu urbain sont peu développées, en grande partie en raison de la complexité du milieu de propagation induite par les bâtiments présents dans la scène. En effet, contrairement aux applications radar classiques où la cible est en ligne de vue du radar, la présence de ces bâtiments génère d'une part des zones d'ombre à l'intérieur desquelles une cible n'est pas en visibilité directe, et d'autre part de nombreux multitrajets produits par les possibles réflexions et diffractions sur les surfaces environnantes. Or ces multitrajets peuvent être exploités à l'avantage du radar afin de détecter et localiser des cibles situées dans les zones d'ombre. Il peut alors devenir possible de regarder derrière les coins de murs au moyen d'un simple radar portatif: on parle de radar "around-the-corner" [1].

Cette problématique spécifique, très récente, a déjà fait l'objet de plusieurs travaux à l'ONERA, dont une thèse débutée en Octobre 2015 et qui s'est terminée en 2018, et une autre thèse débutée en Octobre 2020. Lors de ces deux thèses, des campagnes de mesure ont été menées en collaboration avec le laboratoire SONDRA. Ces travaux ont visé d'une part à faire la démonstration de la détectabilité d'une cible en l'absence de ligne de vue directe (NLOS) [2], et d'autre part à développer et caractériser des méthodes de traitement du signal permettant la détection et la localisation d'une cible mobile masquée en milieu urbain [3], aussi bien sur signaux synthétiques qu'enregistrements réels. Ces premiers travaux ont permis d'une part de statuer sur la validité d'une telle problématique et d'autre part de soulever un certain nombre de points durs à résoudre pour effectivement détecter et localiser des cibles (humains, drones, …) en NLOS. Cette thèse se situe dans la continuité de ces travaux et vise donc à poursuivre le développement de solutions pour résoudre le problème de détection et localisation.



Les résultats produits lors des deux précédentes thèses ont mis en évidence la présence d'ambiguïtés fortes lors de la détection et de la localisation de la cible, et des premières méthodes

ont été proposées pour tenter de résoudre ce problème, qui peut rester malgré tout prégnant lorsque le système de mesure est mal adapté à l'application. On se propose dans ce nouveau sujet de thèse d'explorer plusieurs pistes prometteuses: l'utilisation d'un réseau d'antennes fournissant une résolution angulaire bien meilleure, l'exploitation du principe du radar MIMO afin d'exploiter la mesure angulaire à l'émission comme à la réception pour améliorer la séparation des multi-trajets, ou encore l'exploitation de plusieurs positions de l'émetteur pour améliorer la levée des ambiguités. Il sera nécessaire également de considérer la problématique des cibles multiples. Enfin on envisagera de considérer la problématique particulière où la géométrie de la scène n'est pas parfaitement connue. Selon l'avancement des travaux, on pourra également considérer la possibilité de quantifier théoriquement la qualité de la localisation fournie en calculant des bornes minimales d'estimation spécifiques pour le cas d'une cible en NLOS.

L'étudiant sera amené à participer à la réalisation d'une ou plusieurs campagnes de mesure en conditions réelles, en prenant en main les différents dispositifs radars disponibles au laboratoire SONDRA: on pourra en particulier considérer de travailler dans la bande W (77GHz). Ces nouvelles données réelles permettront la mise au point et la validation des algorithmes définis au cours de la thèse.

Le calendrier prévisionnel pour cette thèse est le suivant:

- 1ère année: Etude bibliographique sur le traitement du signal radar classique, les modèles de propagation en milieu urbain et les caractéristiques de rétrodiffusion des cibles envisagées (humains, drones, …), et la problématique spécifique du radar around-the-corner. Mise en place d'une méthode de détection/localisation d'une cible en NLOS. Définition de scénarios pour une campagne de mesure. Quantification de l'impact d'une meilleure résolution angulaire sur les performances de localisation.

- 2ème année: Exploitation du principe MIMO, et développement d'algorithmes de traitement prenant en compte plusieurs positions de l'émetteur. Etude du cas particulier d'une géométrie de scène mal connue. Réalisation d'une campagne de mesure, et application des algorithmes développés aux enregistrements réels.

- 3ème année: Etude du cas multicibles. Etude des bornes d'estimation. Rédaction du manuscrit.

Le doctorant sera accueilli au sein de l'unité MATS (Méthodes Avancées en Traitement du Signal) du département Electromagnétisme et Radar sur le site de l'ONERA à Palaiseau, et du laboratoire SONDRA de CentraleSupélec à Gif-sur-Yvette. Il sera amené à développer au cours de sa thèse ses compétences en traitement du signal (détection/estimation statistique), et ses connaissances en radar et en modélisation électromagnétique.

[1] A. Sume, M. Gustafsson, M. Herberthson, A. Jänis, S. Nilsson, J. Rahm, A. Örbom, "Radar Detection of Moving Targets Behing Corners", IEEE Transactions on GeoScience and Remote Sensing, Vol.49, N.6, Juin 2011

[2] O. Rabaste, E. Colin-Koeniguer, D. Poullin, A. Cheraly, J.-F. Pétex, Huy-Khang Phan, "Around-the-Corner Radar: Detection of a Human Being in Non Line of Sight", IET Radar, Sonar and Navigation, 2015.

[3] K.P.H. THAI, O. Rabaste, J. Bosse, D. Poullin, I. Hinostroza, T. Letertre, T. Chonavel, "Around-the-Corner Radar: Detection andLocalization of a Target in Non-Line of Sight", IEEE Radar Conference 2017.

[4] B.-H. Pham, O. Rabaste, J. Bosse, I. Hinostroza, T. Chonavel, " Multipath model order selection for Non-Line Of Sight radar localization in urban environment", IEEE International Radar Conference 2023.

Collaborations envisagées

Laboratoire SONDRA (Israel Hinostroza, Centrale-Supélec) et IMT Atlantique

Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : Département Electromagnétisme et radar

Lieu (centre ONERA) : Palaiseau

Contact : jonathan Bosse, Olivier Rabaste

Tél. : 86296 Email : jonathan.bosse@onera.fr, olivier.rabaste@onera.fr

Directeur de thèse

Nom : Thierry Chonavel

Laboratoire : IMT Atlantique

Tél. :

Email :

Pour plus d’informations : https://www.onera.fr/rejoindre-onera/la-formation-par-la-recherche