



Project in the frame of Graduate Program CODS
2023-2024

Radar MIMO appliqué à la localisation de personnes en environnement complexe

Proposed by:

Benoit Poussot (benoit.poussot@univ-eiffel.fr)

Florence Nadal (florence.nadal@esiee.fr)

Shermila Mostarshedi (shermila.mostarshedi@univ-eiffel.fr)

Contexte

Un radar MIMO (Multiple Input Multiple Output) est une architecture radar qui utilise un réseau de multiples antennes émettrices et réceptrices, dans lequel les formes d'ondes émises peuvent être indépendantes (Figure 1). Par rapport à un radar à réseau phasé, le radar MIMO offre des degrés de liberté supplémentaires permettant d'améliorer la résolution angulaire et l'estimation des paramètres des cibles. En réception, une focalisation du faisceau dans une ou plusieurs directions est possible dans le but de maximiser la probabilité de détection ou le rapport signal sur bruit ; l'amélioration des performances est notamment possible en utilisant le principe du réseau virtuel dont les dimensions sont supérieures à celles du réseau physique. En émission, la technique MIMO offre également la possibilité de synthétiser le diagramme de rayonnement désiré par une définition judicieuse des formes d'ondes émises [1].

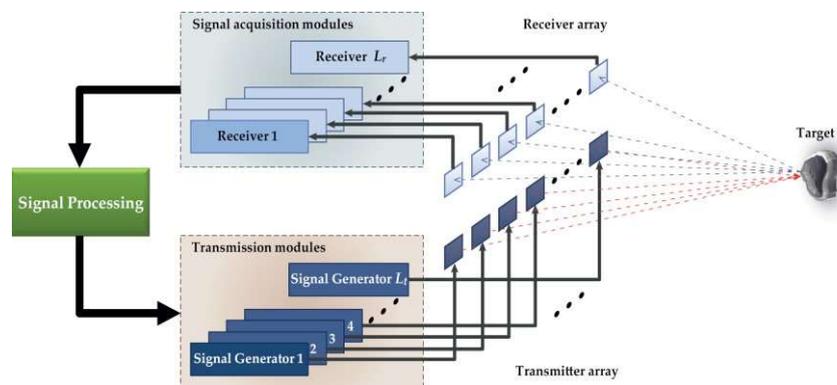


Figure 1 : radar MIMO à antennes colocalisées.

Pour le monitoring des personnes, les radars utilisent essentiellement les techniques FMCW (Frequency-Modulated Continuous-Wave) [2] ou UWB (Ultra-Wide Band) [3]. Dans ce contexte de surveillance, peu de travaux explorent l'utilisation du MIMO associée aux techniques existantes. Dans [4], l'étude porte sur la création de formes d'onde orthogonales pour un radar MIMO FMCW. [5] propose une nouvelle méthode d'estimation itérative des paramètres des cibles adaptée au radar MIMO FMCW, dont les performances sont évaluées en simulation. Dans [6], l'algorithme CFAR (Constant False Alarm Rate) est modifié et utilisé dans un contexte MIMO FMCW. En se basant sur la corrélation des signaux reçus au niveau des pics de détection, il est possible de limiter les erreurs de détection (*false alarm*) en dissociant

les *clutters* ou les multi-trajets des cibles physiques. Des expérimentations menées autour de 77 GHz montrent l'efficacité de la méthode proposée.

Objectifs

Dans ce projet, nous proposons d'étudier le potentiel et les bénéfices de la technologie MIMO pour la localisation de personnes en environnement complexe. Cette étude inclut la localisation, mais également une classification de la posture associée à la détection des signes vitaux. Il s'agira notamment d'estimer conjointement la position (distance par rapport au radar et angle d'arrivée) et la mobilité d'une personne.

Dans un premier temps, nous nous focaliserons sur l'adaptation du radar FMCW au contexte MIMO. Le travail s'organisera autour des points suivants :

- Travail de recherche bibliographique sur le radar FMCW et sur la technologie MIMO.
- Etude théorique autour de la comparaison des performances de différentes topologies radar et de la conception de nouvelles méthodes de traitement du signal applicables au contexte du radar FMCW MIMO. L'objectif sera d'améliorer la conception des formes d'ondes émises, l'estimation des paramètres de détection, et la robustesse de ces estimations en environnement perturbé.
- Etude expérimentale à l'aide du banc dédié développé au laboratoire ESYCOM pour valider les algorithmes de traitement développés par des campagnes de mesure.

Encadrement

Dr Benoit Poussot (UGE/ESYCOM), Dr Florence Nadal (ESIEE Paris/ESYCOM) et Dr Shermila Mostarshedi (UGE/ESYCOM).

Bibliographie

- [1] F. Robey, S. Coutts, D. Weikle, J. McHarg, et K. Cuomo, "MIMO Radar Theory and Experimental Results", in Conference Record of the Thirty-Eighth Asilomar Conference on Signals, Systems and Computers, vol. 1, p. 300–304, 2004.
- [2] C. Will, P. Vaishnav, A. Chakraborty, et A. Santra, "Human Target Detection, Tracking, and Classification Using 24-GHz FMCW Radar", IEEE Sensors Journal, vol. 19 n°17, p. 7283-7299, sept. 2019.
- [3] S. Chang, N. Mitsumoto, et J. W. Burdick, "An algorithm for UWB radar-based human detection", in 2009 IEEE Radar Conference, p. 1-6, mai 2009.
- [4] J. J. M. de Wit, W. L. van Rossum, et A. J. de Jong, (2011). "Orthogonal Waveforms for FMCW MIMO Radar", in 2011 IEEE RadarCon, p. 686-691, mai 2011.
- [5] Y. Jiang, X. Lan, J. Shi, Z. Han, et X. Wang, "Multi-Target Parameter Estimation of the FMCW-MIMO Radar Based on the Pseudo-Noise Resampling Method", Sensors 2022, 22(24), 9706.
- [6] K. Endo, T. Ishikawa, K. Yamamoto, et T. Ohtsuki, "Multi-Person Position Estimation Based on Correlation Between Received Signals Using MIMO FMCW Radar", IEEE Access, vol. 11, p. 2610-2620, janv. 2023.