



Nouveaux traitements radar robustes aux erreurs de modèle : le cas des cibles hors grille

**New Robust Radar Processing for Model Errors:
the Case of Off-Grid Targets**

Ph.D. Defense – Pierre DEVELTER

18 Décembre 2023, 14h00

CentraleSupélec, 3 Rue Joliot Curie, 91192 Gif sur Yvette

Salle: Amphitheatre SA.108, Bouygues, CentraleSupélec

Devant le Jury:

Sylvie MARCOS	DR CNRS, L2S CentraleSupélec	Présidente
Audrey GIREMUS	PU, Université de Bordeaux	Rapporteur
Olivier BESSON	PU, ISAE-Supaero	Rapporteur
Guillaume GINOLHAC	PU, Université Savoie Mont-Blanc	Examineur
Eric CHAUMETTE	PU, ISAE-Supaero	Examineur
Philippe FORSTER	PU, Université de Nanterre	Directeur de thèse
Jean-Philippe OVARLEZ	DR, ONERA & CentraleSupélec	Co-Directeur de these
Jonathan BOSSE	CR, ONERA	Encadrant
Olivier RABASTE	MR1, ONERA	Encadrant

Résumé :

Le problème de détection d'une cible radar est classiquement représenté par un test d'hypothèse binaire. Quand tous les paramètres sont connus, pour résoudre ce test, on utilise le test du rapport de vraisemblance, optimal au sens de Neyman-Pearson. Cependant, ce cas de figure n'est pas réaliste et en contexte opérationnel, le test d'hypothèse dépendra de plusieurs paramètres inconnus. Une stratégie populaire consiste à introduire les estimateurs du maximum de vraisemblance dans le test de détection: c'est le test du rapport de vraisemblance généralisé (TRVG). Quand les paramètres inconnus sont non linéaires, il n'existe en général pas de forme analytique pour les estimateurs du maximum de vraisemblance. En détection radar, ces paramètres correspondent notamment à la distance et à l'angle de la cible ou à son effet Doppler. La stratégie retenue en pratique consiste à effectuer des tests pour des valeurs de paramètres fixées sur une grille discrète. Cela induit une désadaptation entre les vrais paramètres de cible et les paramètres sous test, qui en retour dégrade les performances de détection du test.

L'objectif de cette thèse est d'étudier l'impact des effets de grille sur la détection radar ainsi que la recherche et l'étude de stratégies à mettre en oeuvre pour le contrer. Une attention particulière est donnée à l'approximation

et l'étude des TRVG hors-grille, définis comme les TRVG classiques (Filtre Adapté, Filtre Adapté Normalisé) testés en continu sur l'espace de recherche des paramètres de cibles. Ces détecteurs présentent les meilleures performances de détection connues dans la littérature en présence de cibles hors-grille mais, d'une part, leur statistique est difficile à évaluer, et, d'autre part, une implémentation précise de ces tests en pratique semble coûteuse.

Abstract:

The problem of detecting a radar target is classically represented by a binary hypothesis test. When all the parameters are known, to solve this test, we use the likelihood ratio test, optimal in the sense of Neyman-Pearson. However, this case is unrealistic and in an operational context, the hypothesis test will depend on several unknown parameters. A popular strategy is to introduce the maximum likelihood estimators in the detection test: this is the generalized likelihood ratio test (GLRT). When the unknown parameters are non-linear, there is no analytical form for the maximum likelihood estimators. In radar detection, these parameters correspond in particular to the distance and angle of the target or to its Doppler effect. The chosen strategy consists of performing tests for parameter values fixed on a discrete grid. This induces a mismatch between the true target parameters and the parameters under test, which in turn degrades the detection performance of the test.

The objective of this thesis is to study the impact of grid effects on radar detection, as well as to research and study strategies to counter them. Particular attention is given to the approximation and study of the off-grid GLRT, defined as the classical GLRT tests (such as the Matched Filter and the Normalized Matched Filter) computed on the continuous parameter space of the target. Those tests present the best detection performance known in the literature in the presence of off-grid targets, but, on the one hand, their statistic is difficult to evaluate, and, on the other hand, a precise implementation of those tests seems intense computationally.

Keywords: Detection, Radar, Statistics, GLRT.