

THESE DE DOCTORAT DE L'ECOLE NORMALE
SUPERIEURE DE CACHAN

présentée par

Maxime Boizard

pour obtenir le grade de

DOCTEUR DE L'ECOLE NORMALE SUPERIEURE DE CACHAN

Domaine : Traitement du signal

Sujet de la thèse :

Développement et études de performances de nouveaux
détecteurs/filtres rang faible dans des configurations
RADAR multidimensionnelles

sous la direction de :

GINOLHAC Guillaume	Professeur	Encadrant
PASCAL Frédéric	Professeur Assistant	Encadrant
FORSTER Philippe	Professeur	Directeur de thèse

Résumé

Dans le cadre du traitement statistique du signal, la plupart des algorithmes couramment utilisés reposent sur l'utilisation de la matrice de covariance des signaux étudiés. En pratique, ce sont les versions adaptatives de ces traitements, obtenues en estimant la matrice de covariance à l'aide d'échantillons du signal, qui sont utilisés. Ces algorithmes présentent un inconvénient : ils peuvent nécessiter un nombre d'échantillons important pour obtenir de bons résultats.

Lorsque la matrice de covariance possède une structure rang faible, le signal peut alors être décomposé en deux sous-espaces orthogonaux. Les projecteurs orthogonaux sur chacun de ces sous-espaces peuvent alors être construits, permettant de développer des méthodes dites rang faible. Les versions adaptatives de ces méthodes atteignent des performances équivalentes à celles des traitements classiques tout en réduisant significativement le nombre d'échantillons nécessaire.

Par ailleurs, l'accroissement de la taille des données ne fait que renforcer l'intérêt de ce type de méthode. Cependant, cet accroissement s'accompagne souvent d'un accroissement du nombre de dimensions du système. Deux types d'approches peuvent être envisagées pour traiter ces données : les méthodes vectorielles et les méthodes tensorielles. Les méthodes vectorielles consistent à mettre les données sous forme de vecteurs pour ensuite appliquer les traitements classiques. Cependant, lors de la mise sous forme de vecteur, la structure des données est perdue ce qui peut entraîner une dégradation des performances et/ou un manque de robustesse. Les méthodes tensorielles permettent d'éviter cet écueil. Dans ce cas, la structure est préservée en mettant les données sous forme de tenseurs, qui peuvent ensuite être traités à l'aide de l'algèbre multilinéaire. Ces méthodes sont plus complexes à utiliser puisqu'elles nécessitent d'adapter les algorithmes classiques à ce nouveau contexte. En particulier, l'extension des méthodes rang faible au cas tensoriel nécessite l'utilisation d'une décomposition tensorielle orthogonale.

Le but de cette thèse est de proposer et d'étudier des algorithmes rang faible pour des modèles tensoriels. Les contributions de cette thèse se concentrent autour de trois axes. Un premier aspect concerne le calcul des performances théoriques d'un algorithme MUSIC tensoriel basé sur la *Higher Order Singular Value Decomposition* (HOSVD) et appliqué à un modèle de sources polarisées. La deuxième partie concerne le développement de filtres rang faible et de détecteurs rang faible dans un contexte tensoriel. Ce travail s'appuie sur une nouvelle définition de tenseur rang faible et sur une nouvelle décomposition tensorielle associée : l'*Alternative Unfolding HOSVD* (AU-HOSVD). La dernière partie de ce travail illustre l'intérêt de l'approche tensorielle basée sur l'AU-HOSVD, en appliquant ces algorithmes à configuration radar particulière : le Traitement Spatio-Temporel Adaptatif ou *Space-Time Adaptive Process* (STAP).

Mots clés : Traitement d'antenne, Méthode rang faible, Algèbre multilinéaire, Décomposition tensorielle, STAP, Analyse de perturbations.