

Pistage multi-senseur multi-plateforme

Sylvain Trépanier, étudiant 2^e cycle

Dr Éloi Bossé, directeur de recherche

Dr Michel Lecours, co-directeur

Abstract: This project concerns target tracking in a multisensor, multisite environment. The development of filtering algorithms is often studied to increase tracking performance. In this project, we study the application of Kalman filtering. We observe in details the main difference between the extended Kalman filter (EKF) and the converted measurement Kalman filter (CMKF). Since these filters are designed for linear estimation applications, we have verified the validity of their use in conjunction with a maneuver detector.

Résumé: Ce projet a trait au pistage de cible dans un environnement multi-senseur et multi-plateforme. Le développement d'algorithmes de filtrage est une approche de plus en plus étudiée afin d'augmenter l'efficacité du pistage. Parmi ces divers algorithmes, le filtre de Kalman fait l'objet de cette étude. Nous avons observé en détails les principales différences entre le filtre de Kalman étendu (EKF) et le filtre de Kalman converti (CMKF). Puisque ces filtres sont conçus pour des applications d'estimation linéaire, nous avons vérifié leur performance en conjonction avec un détecteur de manoeuvre.

Le terme pistage multi-senseur multi-plateforme est utilisé lorsqu'on dispose de plusieurs radars disposés sur différentes plateformes. Dans le cas de radars sur une même plateforme, nous n'avons pas besoin de déterminer s'il s'agit d'un repère global ou local puisqu'un seul repère est utilisé. On parle de repère local si le système de coordonnées sert uniquement à représenter les différentes cibles et n'inclut aucune autre plateforme ou cible provenant d'autres senseurs situés sur d'autres plateformes. Par contre un repère global permet l'observation de toutes les cibles d'intérêts appartenant à son propre système et aux autres plateformes. Toutes ces cibles se retrouvent dans le même système de coordonnées global. Ceci est possible en effectuant un changement de repère permettant de translater les différentes cibles d'un système local vers le système global.

Le filtre de Kalman est souvent retenu parmi les nombreux filtres existant en matière de pistage de cibles et de fusion de données, pour son utilisation du calcul matriciel et pour sa récursivité. Ces différentes caractéristiques amènent certains avantages comme la diminution de l'espace mémoire utilisé et la réduction du nombre d'opération à effectuer pour obtenir l'estimé, ce qui est appréciable si on désire ultimement réaliser un système temps réel.

Deux types de filtre de Kalman sont étudiés, le Filtre de Kalman étendu (EKF)[1,2] et le Filtre de Kalman à coordonnées transformées (CMKF)[2]. Dans les deux cas, le modèle de base du filtre de Kalman (figure 1) correspond à celui utilisé. Pour le Filtre de Kalman à coordonnées transformées, la totalité des informations utilisées par le filtre lui sont donnée en coordonnées cartésiennes, alors que pour le filtre étendu, la partie des informations se rattachant aux spécifications du radar son donnée en coordonnées sphériques.

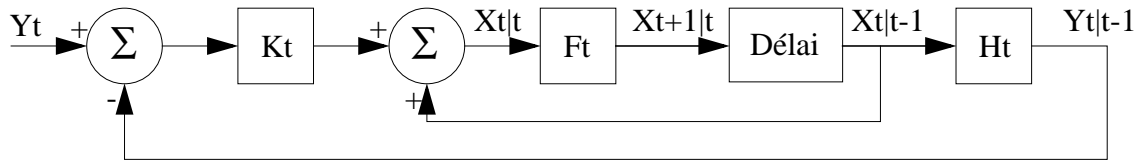


Figure 1: Modèle de base d'un filtre de Kalman

L'objectif de ce filtre est de minimiser l'erreur quadratique moyenne. Pour y arriver, le système prédit d'abord la position de la cible et, à partir de l'observation correspondante, il effectue une moyenne pondérée de ces deux valeurs en fonction de l'autocorrelation. Ce filtre est conçu pour des applications d'estimation linéaire, c'est à dire que sans modification, il peut pister efficacement des cibles n'ayant aucune accélération ou ne performant aucune manoeuvre. Dans le cas de cibles à accélération ou dans le cas de manoeuvre, le filtrage ne sera pas possible à moins d'utiliser un détecteur de manoeuvre[3].

Le détecteur a pour effet d'augmenter le gain du filtre s'il y a une manoeuvre, ce qui permet d'accorder plus d'importance à l'observation, donc de suivre la trajectoire de la cible. Lorsqu'il y a une section de la trajectoire qui ne subit aucune accélération, le gain du filtre est plus faible et l'efficacité du filtrage est haussée. Le modèle du détecteur de manoeuvres utilisé pour nos simulations est présenté à la figure 2.

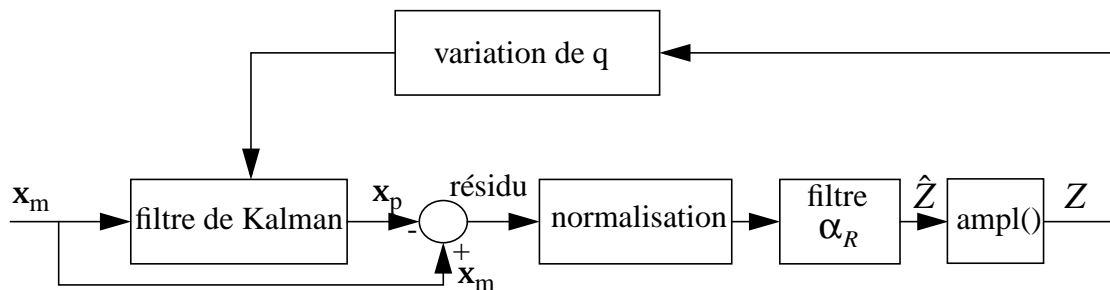
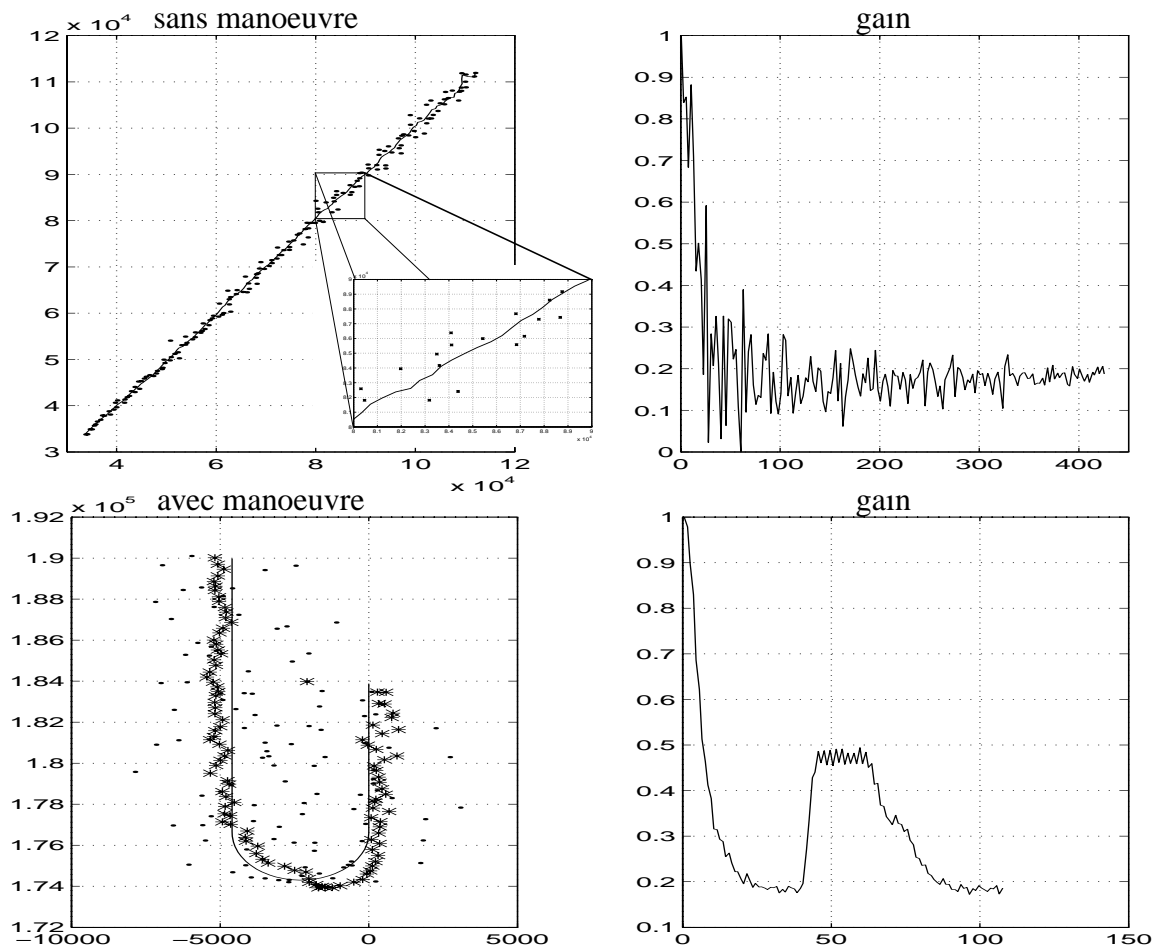
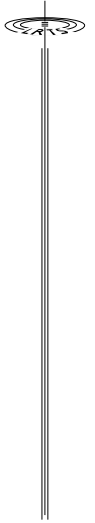


Figure 2: Modèle du détecteur de manoeuvres

Deux scénarios principaux ont été simulés, un premier comportant une cible à trajectoire rectiligne et un second avec une cible manoeuvrant dans les axes x et y. L'intérêt doit être porté sur le gain du filtre qui doit avoir une valeur constante et faible dans le cas de la trajectoire rectiligne et qui doit augmenter au moment de la manoeuvre.



À partir de ces résultats, nous sommes en mesure de constater l'efficacité de ce système de pistage. La performance du détecteur de manoeuvres correspond aux attentes que nous avons, c'est à dire qu'il permet la poursuite d'une cible dans le cas où celle-ci effectue une manoeuvre et que la qualité du filtrage n'est pas altérée pour une trajectoire rectiligne.

Références:

- [1] Castella, F. R.: "Multisensor, multisite tracking filter", IEE Proc. Radar Sonar Navig., Vol 141, No 2, Avril 1994, pp. 75-82.
- [2] Y. Bar-Shalom et Xiao-Rong Li: "Estimation and Tracking", Artech House, Norwood, MA, 1993.
- [3] Castella, F. R.: "An Adaptive Two-Dimensional Kalman Tracking Filter", IEEE Trans. AES-16, No. 6, Nov. 1980, pp. 822-829.