

Soutenance de thèse

Fabio FABOZZI soutiendra sa thèse de doctorat préparée au sein de l'ISAE-ONERA SCANR et intitulée «*Méthodes de poursuite robuste de phase pour signaux GNSS basées sur l'inférence bayésienne variationnelle*»

Le 3 février 2022 à 10h00, en visioconférence

devant le jury composé de

| | | |
|---------------------|---|---------------------|
| Mme Stéphanie BIDON | Professeure ISAE-SUPAERO | Directrice de thèse |
| M. Laurent ROS | Professeur Grenoble-INP | Rapporteur |
| M. Serge REBOUL | Professeur Université du Littoral Côte d'Opale | Rapporteur |
| M. Sébastien ROCHE | Ingénieur Airbus Defence and Space | |
| Mme Audrey GIREMUS | Maîtresse de conférences Université de Bordeaux | |
| M. Antoine BOUCHAIN | Chargé d'expertise en radionavigation DGA/MI | |

Résumé : Dans cette thèse de doctorat, nous nous intéressons à l'estimation robuste de la phase de la porteuse en utilisant le filtrage bayésien variationnel. La mesure de la phase porteuse est devenue une tâche fondamentale dans de nombreuses applications d'ingénierie telles que le positionnement précis dans le domaine du GNSS. Malheureusement, les mesures de phase obtenues par les techniques traditionnelles de poursuite de phase peuvent être fortement mises à mal par la présence de sauts de phase ambigus, appelés sauts de cycle. Ces derniers peuvent durement impacter les performances des algorithmes de poursuite conduisant, dans le pire des cas, à une perte permanente de verrouillage du signal. Un processus de ré-acquisition est alors nécessaire qui affecte les performances de suivi. Par conséquent, pour résoudre ce problème, nous proposons un filtre non linéaire robuste de poursuite de phase basé sur l'inférence de Bayes variationnelle. Tout d'abord, l'algorithme est développé en supposant une dynamique lente de phase (c'est-à-dire la boucle au premier ordre), puis, son ordre est augmenté en estimant un vecteur d'état formé par la phase et ses dérivées. Les performances de ce nouvel algorithme sont comparées avec celles de techniques conventionnelles (tels que la DPLL (Digital Phase Lock Loop) et la KF (Kalman Filter)-DPLL) en termes de précision d'estimation et d'occurrence de sauts de cycle. La comparaison est d'abord effectuée à l'aide de données synthétiques, puis de données GNSS réelles dans un récepteur radio logicielle GNSS. Les résultats montrent que la méthode proposée a de meilleures performances par rapport aux filtres linéaires conventionnels, lorsque le rapport signal sur bruit est faible.

Mots-clés : Poursuite de phase, Sauts de cycle, Filtrage Bayésien, Inférence bayésienne variationnelle, Filtrage Kalman, Estimation robuste

Summary: The goal of the research project is to develop new estimation algorithms to track the carrier phase of a multifrequency GNSS signal (Global Navigation Satellite System) in harsh environments. For that purpose Bayesian filtering techniques will be favored. The carrier phase is actually used for precise positioning in GNSS receivers. Precise positioning is of great interest in many domains of application. To determine its position, a conventional GNSS receiver uses code delay measurements of the satellites in view. In that case, the precision of localization can be of a few meters. To obtain centimeter accuracy, it is necessary to additionally use carrier phase measurements that give, in number of carrier cycles, a precise measure of the distance with the satellites. In practice, phase measurements are provided by Phase Lock Loop (PLL). Unfortunately, PLLs are very sensitive to perturbations and can be subject to cycle slips (i.e., an estimation error of the phase ambiguity range). To enhance phase tracking performance, two main strategies can be thought of: 1. A first approach consists in improving the tracking technique without augmenting the measurements. This can be achieved with a better description of the signal model (measurements and dynamics) and/or by implementing more efficient estimators. Particularly, PLLs ignores the nonlinearity between the measurements and the carrier phase. 2. A second approach consists in augmenting the information brought to the estimation problem via some prior information (e.g., about the receiver dynamics or the conditions of propagation) or by augmenting the number of measurements (e.g., use of a multifrequency waveform). In this research project, both strategies will be investigated. Specifically, nonlinear

phase estimation techniques will be developed in conjunction with the use of a multifrequency GNSS signal. Previous work conducted in the lab has pointed several research directions

Keywords : Phase tracking, Cycle slips, Bayesian filtering, Variational Bayesian inference, Kalman filtering, Robust estimation