

NOVEL INTEGRATION STRATEGY FOR GNSS-AIDED INERTIAL INTEGRATED NAVIGATION

Kun Qian*, Jian-Guo Wang* and Baoxin Hu

Department of Earth and Space Science and Engineering, York University, Toronto, Canada

* Corresponding author

The conventional integration mechanism in GNSS (Global Navigation Satellite Systems) aided inertial integrated positioning and navigation system is mainly based on the continuous outputs of the navigation mechanization, the associated error models for navigation parameters, the biases of the inertial measurement units (IMU), and the error measurements. Its strong dependence on the a priori error characteristics of inertial sensors may suffer with the low-cost IMUs, e.g. the MEMS IMUs due to their low and unstable performance. This paper strives for a significant breakthrough in a compact and general integration strategy which restructures the Kalman filter by deploying a system model on the basis of 3D kinematics of a rigid body and performing measurement update via all sensor data inclusive of the IMU measurements. This novel IMU/GNSS Kalman filter directly estimates navigational parameters instead of the error states. It enables the direct use of the IMU's raw outputs as measurements in measurement updates of Kalman filter instead of involving the free inertial navigation calculation through the conventional integration mechanism. This realization makes all of the sensors in a system no longer to be differentiated between core and aiding sensors. The proposed integration strategy can greatly enhance the sustainability of low-cost navigation systems in poor GNSS and/or GNSS denied environment compared to the conventional aided error-state-based inertial navigation integration mechanism. The post-processed solutions are presented to show the success of the proposed multisensor integrated navigation strategy.

Le mécanisme d'intégration conventionnel du système de positionnement et de navigation inertiel intégré assisté par GNSS (Global Navigation Satellite Systems) se base principalement sur la transmission continue des extraits de la mécanisation de navigation, des modèles d'erreurs associés pour les paramètres de navigation, des biais des unités de mesure inertielle (UMI) et des mesures d'erreurs. Son importante dépendance aux caractéristiques d'erreur a priori des capteurs inertiels est affectée par les UMI peu coûteuses, p. ex., les UMI MEMS, en raison de leur performance faible et instable. Cet article est sur la piste d'une avancée majeure dans le cadre d'une stratégie d'intégration compacte et générale qui restructure le filtre Kalman en déployant un modèle systémique basé sur la cinématique tridimensionnelle d'un corps rigide et en effectuant des mises à jour des mesures à l'aide de toutes les données comprises dans les mesures de l'UMI. Ce nouveau filtre Kalman UMI/GNSS estime directement les paramètres de navigation plutôt que les états des erreurs. Il permet d'utiliser directement les données brutes fournies par l'UMI en tant que mesures pour mettre à jour le filtre Kalman au lieu d'utiliser le calcul de navigation inertiel libre dans le mécanisme d'intégration conventionnel. Cette manière de faire assure que tous les capteurs d'un système ne peuvent plus être distingués en tant que capteurs principal ou secondaire. La stratégie d'intégration proposée peut grandement augmenter la durabilité des systèmes de navigation peu coûteux dans les environnements GNSS où il y a peu de satellites ou ceux dépourvus de GNSS, comparativement au mécanisme conventionnel d'intégration de navigation inertielle basé sur les états d'erreurs. Les solutions post-traitées sont présentées pour démontrer le succès de la stratégie proposée de navigation intégrée à multiples capteurs.



Kun Qian

qiankun@yorku.ca



Jian-Guo Wang

jgwang@yorku.ca



Baoxin Hu

baoxin@yorku.ca

1. Introduction

One of the core parts of an inertial navigation system (INS) is the fusion of the data from Inertial Measurement Unit (IMU) and the heterogeneous aiding sensors such as GPS receivers etc. The

conventional integration mechanism consists of two parallel components [Jekeli 2001; Rogers 2003; Titterton 2004; Bekir 2007]: inertial navigation mechanization and the associated optimal