

Workshop "Véhicules Intelligents"

Centre d'innovation de l'UTC

28 juin 2024

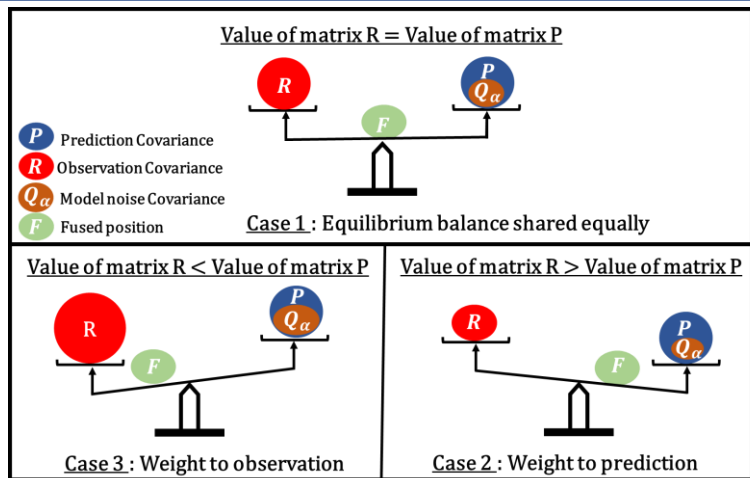


Estimation de la covariance du bruit de modèle par apprentissage Application à la localisation par fusion GNSS/odométrie/gyromètre

Samah KAHOUADJI, Cindy CAPPELLE, Zaynab EL MAWAS et Maan EL BADAOU EL NAJJAR
Univ. Lille, CNRS, Centrale Lille, UMR 9189 CRISTAL, Villeneuve D'Ascq, France

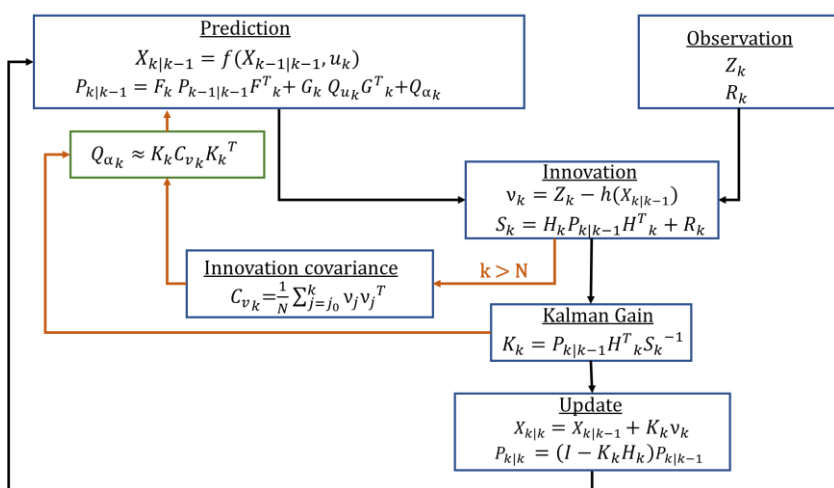


Rôle critique de Q_α dans la fusion de données basée sur l'EKF



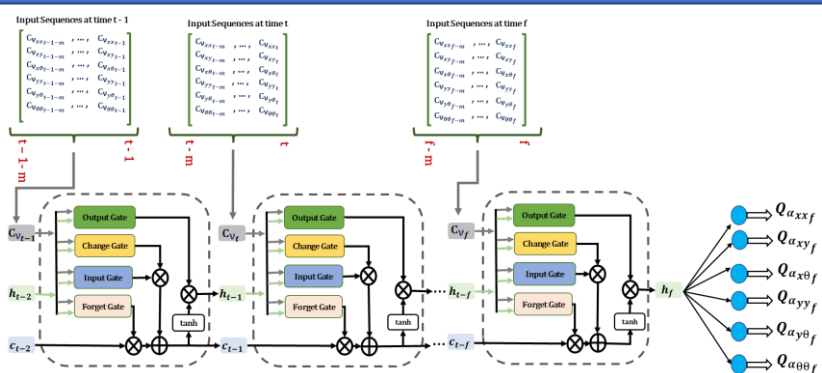
- Calcul de la position par fusion EKF :
=> pondération entre l'observation et la prédiction à l'aide du gain de Kalman
=> pondération déterminée par la valeur des covariances P et R
- Si P est petite et R est grande => correction tendra vers la prédiction
- Si P est grande et R est petite => correction tendra vers l'observation
- Or P est calculée en fonction de Q_α => estimation en temps réel de Q_α

Estimation de Q_α par « covariance matching »

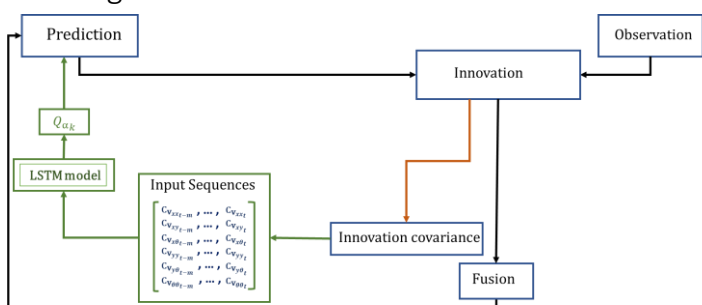


- Principe de l'approche « covariance matching » : estimation en ligne de la covariance du bruit de modèle Q_α par le « matching » entre l'innovation du filtre d'estimation et la covariance du bruit de modèle.
- Problème de cette approche : écart entre la prédiction et la correction totalement imputé à la prédiction et donc à l'incertitude du modèle, même en présence d'observations défectueuses.
- En présence d'une vérité terrain de la localisation (ici Novatel Pwrpak7D), la covariance réelle du bruit de modèle peut être estimée en temps réel.
- Coût élevé et inadaptabilité du récepteur GNSS Novatel Pwrpak7D pour une utilisation permanente => un modèle d'apprentissage est proposé.

Contribution : estimation de Q_α par LSTM



- Données d'entraînement obtenues à partir de l'EKF en utilisant la méthode de covariance matching et les observations GNSS Novatel.

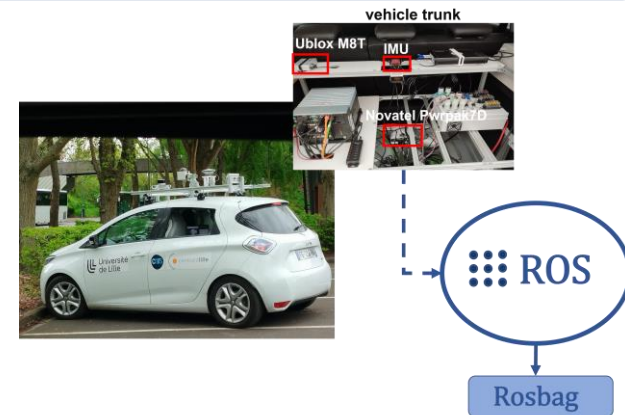


- Estimation de la covariance Q_α par LSTM dans un filtre EKF adaptatif

Résultats expérimentaux

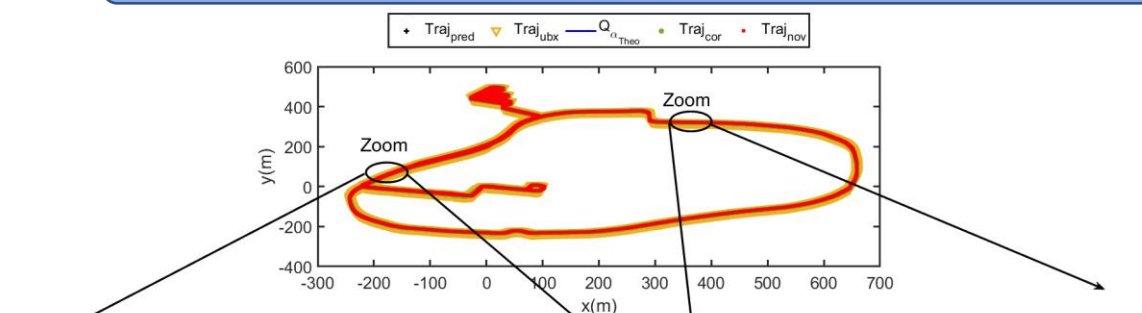


Trajectoire autour de la Cité Scientifique de l'Université de Lille sur Google Earth utilisée dans l'étude

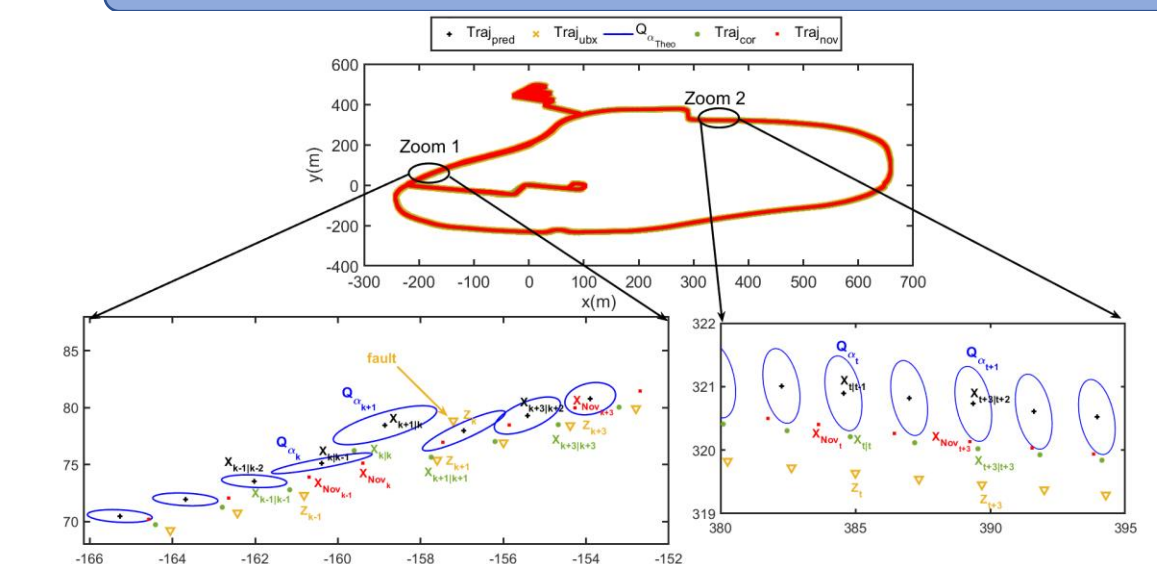


Véhicule expérimental Renault Zoe

A - Résultats expérimentaux obtenus par « covariance matching »



B - Résultats expérimentaux obtenus par LSTM



	Covariance matching	LSTM Model
Mean error _x (m)	0.706	0.668
Mean error _y (m)	0.728	0.67
Mean error _θ (rad)	0.009	0.00029
Max error _x (m)	2.548	1.99
Max error _y (m)	2.38	2.48
Max error _θ (rad)	0.12	0.01

Tab 1 : Erreurs entre la position réelle et la position fusionnée

	error _x (m)	error _y (m)	error _θ (rad)
Covariance matching	2.1511	3.67	0.4446
LSTM model	0.2124	1.1232	0.4304

Tab 2 : Erreurs entre la position réelle et la position fusionnée à l'instant t = k après l'injection d'un défaut dans l'observation Z_k .

Perspective

Intégrer cette estimation de Q_α dans l'étape de détection et isolation de fautes (basée sur les divergences informationnelles entre la prédiction et les corrections) afin de rendre le diagnostic plus robuste.