جامعة دمشق
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
قسم هندسة الحواسيب والأتمتة

تطوير مرشح هجين عائم متكيف

Developing an Adaptive Fuzzy Hybrid Filter

م. وجدان معاني تكروري

الدكتورة المشرفة هيام خدام

الملخص

الترشيح هو تقنية أساسية في نظرية التحكم والهندسة وتستخدم لتقدير حالة النظام من خلال سلسلة من القياسات الممزوجة بالضجيج. على وجه الخصوص، تعتبر تقنيات الترشيح ضرورية لأنظمة المناورة وتتبع الهدف والتي تتميز بسلوكيات عالية الديناميكية، اللاخطية وغير الحتمية.

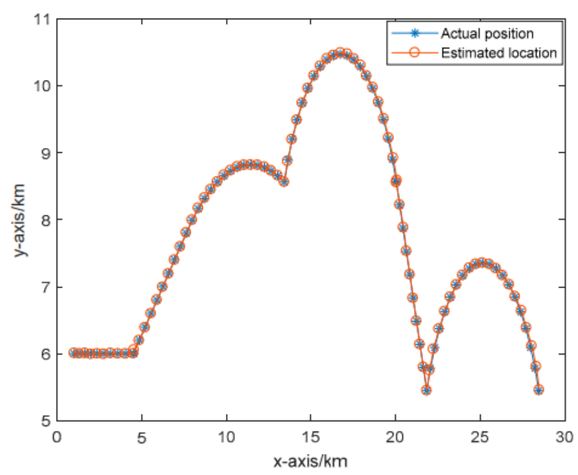
تم اقتراح خوارزمية جديدة لمرشح هجين تجمع ما بين خوارزمية مطورة لمرشح الجسيمات PFوخوارزمية تكيفية مطورة لمرشح UKF، بحيث يتم الاستفادة من مزايا كلا الخوارزميتين والحصول على مرشح متين ضد الضجيج غير الغاوسي والمتغير مع الزمن وقادر على التكيف مع الأنظمة اللاخطية والديناميكية وبأقل كلفة حسابية. أظهرت النتائج أن الخوارزمية المقترحة نجحت بالتكيف مع ديناميكية النظام اللاخطي والتعامل مع الضجيج غير الغاوسي للقياسات وذلك بتقديم دقة عالية ومتانة أثناء تقدير حالة النظام

القسم النظري

تم اقتراح خوارزمية لمرشح هجين، حيث تم استخدام خوارزمية مطوّرة عن مرشح الجسيمات من أجل التطبيقات اللاخطية وللاستفادة من المعلومات المكانية والزمانية للهدف تم استخدام النموذج العائم .T-Sيتم حساب متغيرات توابع انتماء دخله من خلال خوارزمية FEM، كما يتم حساب المتغير العائم الابتدائي لطريقة FEMبواسطة FCRM، وذلك من أجل تسريع التقارب وتجنب التأثير الذاتي الناجم عن الإعداد اليدوي للقيم الابتدائية الثابتة. أما بالنسبة لخرج قواعد النظام العائم فتم حسابهم من خلال خوارزمية تكيفية مطورة عن UKFلمعالجة الضجيج غير المعروف والمتغير عبر الزمن وذلك باستخدام معادلة خطية لإيجاد مصفوفة تغاير خطأ النظام، وإيجاد مصفوفة تغاير ضجيج القياسات بشكل منفصل اعتماداً على قيم القياسات السابقة وتعدد الحساسات، وبالتالي الحصول على قيم حسابية دقيقة.

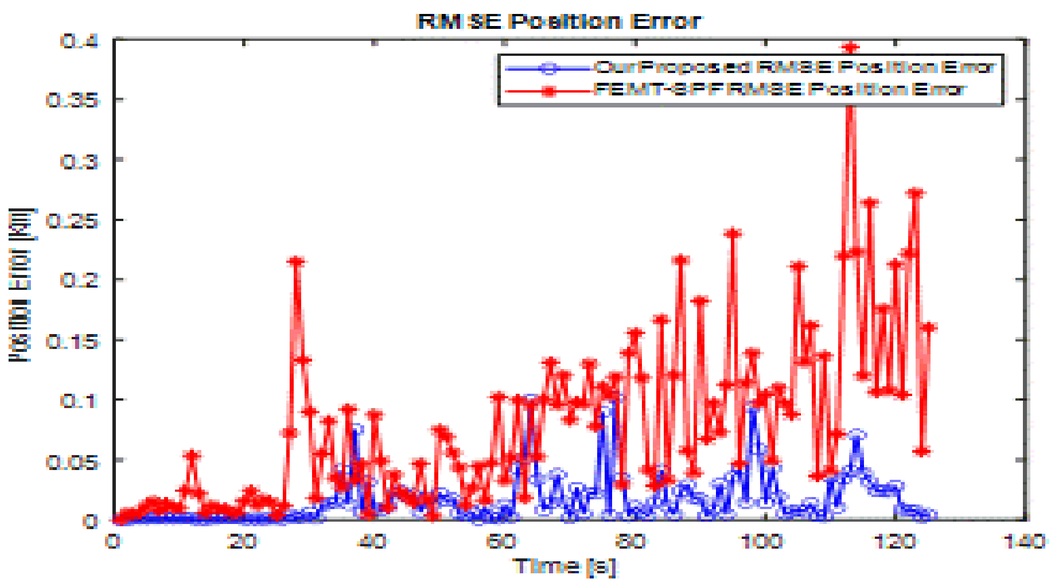
القسم العملي

تم التنفيذ لتتبع مسار طائرة مسيرة وتقدير موقعها من خلال رادارين حيث استخدم نموذج دوران ثابت مع معدل دوران معروف للهدف (Constant Turn Model with Known Turn Rate) وتم اعتماد خطأ تقدير النظام ديناميكي لا خطي و ضجيج القياس غير غاوسي ومتغير مع الزمن.



النتائج والمناقشة

تم تنفيذ الخوارزمية 100 مرة باستخدام طريقة مونت كارلو. و تم تقييم أداءها من خلال جذر متوسط الخطأ التربيعي لتتبع الموقع, وبالمقارنة ما بين جذر الخطأ التربيعي للخوارزمية الهجينة والخوارزمية SPF-FEMT تظهر النتائج أن الخوارزمية المقترحة أقل بنسبة 70% من الخوارزمية الأخرى وبتكلفة حسابية أقل حيث أن درجة تعقيد الخوارزمية المقترحة n+m مقارنة بدرجة تعقيد m*n للخوارزمية الأخرى.



المراجع

[1] D. R. Akkam Veettil and S. Chakravorty, "An Unscented Kalman-Particle Hybrid Filter for Space Object Tracking," *MDPI Sensors Journal*, 2017.

[2] R. v. der Merwe, A. Doucet, N. a. de Freitas and E. Wan, "The Unscented Particle Filter," *NPIS*, 2000.

[3] Y.-z. Zhao, "An Improved Unscented Particle Filter with Global Sampling Strategy," *Journal of Computational Engineering*, 2014.

[4] B. Ge, H. Zhang, L. Jiang, Z. Li and M. M. Butt, "Adaptive Unscented Kalman Filter for Target Tracking with Unknown Time-Varying Noise Covariance," *Sensors*, 2019.

[5] W. Xiaoli, X. Weixin and L. Liangqun, "A Novel FEM Based T-S Fuzzy Particle Filtering for Bearings-Only Maneuvering Target Tracking," *Sensors*, 2019.

[6] S. Du and Q. Deng, "Unscented Particle Filter Algorithm Based on Divide-and-Conquer Sampling for Target Tracking," *Sensors*, 2021.

[7] S. F. Schmidt, "Application of State-Space Methods to Navigation Problems," *Advances in Control Systems*, 1966.

[8] N. Li, L. Zhu, W. Ma, Y. Wang, F. He, A. Zheng and X. Zhang, "The Identification of ECG Signals Using WT-UKF and IPSO-SVM," *Sensors*, 2022.