

АЛГОРИТМ ФІЛЬТРАЦІЇ ДАНИХ ІНЕРЦІАЛЬНОЇ НАВИГАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ НА БАЗІ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

Вступ. Останнім часом великої популярності набувають безпілотні повітряні судна (БПС), які використовуються у різних галузях: військовій, промисловій (моніторинг за об'єктами промисловості та природними комплексами) та цивільній сферах діяльності (доставка товарів, у розважальних цілях тощо). І хоча БПС використовуються досить широко та різноманітно, але їхній потенціал не вичерпано, тому важливим завданням є удосконалення алгоритмів обробки інформації БПС.

Постановка завдання. Провести аналіз алгоритмів обробки інформації у бортовому комп'ютері БПС в цілях підвищення точності та стабільності польоту.

Основний матеріал. Основу сучасних БПС становить інерціальна навігаційна система (ІНС). ІНС використовується для визначення орієнтації об'єкта з даних, отриманих від акселерометра та гіроскопа. У більшості випадків БПС – це невеликий літальний апарат, тому у його складі використовуються мініатюрні MEMS-датчики. Основна перевага даних датчиків – невелика вартість. До їхніх недоліків слід віднести підвищені помилки результатів вимірювання: схильність до зсуву і дрейфу нуля, неспіввідносності, помилок прискорення, нелінійних ефектів тощо. Для вирішення цих проблем необхідно використати датчики більшої точності або додати до складу системи додаткові датчики, що будуть використовуватись для корекції даних (фільтрування).

Частину помилок можна усунути калібруванням датчиків [1], проте іншу частину помилок можна зменшити лише із застосуванням алгоритмів фільтрування [2].

Можна виділити декілька алгоритмів фільтрування “сирих” даних:

- комплементарний фільтр;
- фільтр Калмана та його модифікації;
- фільтр Махоні.

Всі перераховані алгоритми фільтрації використовують одну і ту ж концепцію комбінування вхідних даних акселерометра та гіроскопа, щоб отримати оцінку орієнтації. Загалом вираз для фільтрації (1) можна записати в наступному вигляді:

$$\hat{x}_k = x_k + K(z_k - Hx_k), \quad (1)$$

де \hat{x}_k – оцінка вектору стану; x_k – прогнозований вектор стану; z_k – вектор вимірювання; H – матриця вимірювань; K – матриця підсилення.

Різниця між фільтрами, які згадуються, полягає в тому, що по-різному визначається матриця підсилення. Так комплементарний фільтр є спрощеною моделлю фільтру Калмана. Основне його завдання полягає у покращенні переваг кожного датчика. Кутова оцінка гіроскопа має високу точність при високих частотах, а кутова оцінка з використанням акселерометра має хорошу точність при низьких частотах. Комплементарний фільтр являє собою поєднання фільтрів низької і високої частоти, а матриця посилення буде розраховуватися з параметрів цих фільтрів. Фільтр Калмана мінімізує суму квадратів математичних очікувань помилок оцінки вектору стану, тому його матриця посилення розраховується з цих умов.

Для вирішення поставленої задачі пропонується використати нейронну мережу (рис.1) для отримання матриці підсилення у виразі (1).

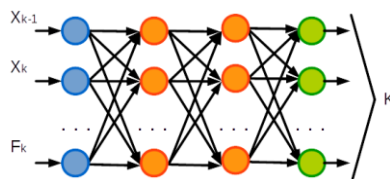


Рисунок 1 – Структура нейронної мережі

Висновки. Аналіз алгоритму показав, що вхідні параметри повинні включати як вектор стану системи, так і інформацію про частоту обертання двигунів.

Список використаних джерел

1. Ru X, Gu N, Shang H, Zhang H. MEMS Inertial Sensor Calibration Technology: Current Status and Future Trends. *Micromachines*. 2022. 13(6), 879. С.1-28. DOI: <https://doi.org/10.3390/mi13060879>
2. Jouybari A., Ardalan A. A., Rezvani M. H. Experimental comparison between Mahoney and Complementary sensor fusion algorithm for attitude determination by raw sensor data of Xsens IMU on buoy //The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. 2017. Т. 42. С. 497-502. DOI: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-4-W4-497-2017>