

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА НАВІГАЦІЇ РАДІОКЕРОВАНОЇ МОДЕЛІ ЧОВНА З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ ДЕТЕКТУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ

Сучасний стан. У цій роботі розглянуто сучасні підходи до автономної навігації, зокрема алгоритми планування шляху та уникнення перешкод. Серед таких підходів є алгоритм потенціальних полів, алгоритм Rapidly-Exploring Random Tree (RRT), та метод з використанням векторної гістограми (VFH) [1], який демонструє швидке реагування на зміни у середовищі та підходить для реального часу, проте має недоліки в складних середовищах.

Застосування штучного інтелекту та глибокого навчання для виявлення перешкод [2] стало ключовим у розвитку автономних навігаційних систем. Моделі допомагають уникати зіткнень і забезпечувати ефективний контроль без втручання людини.

Розв'язання задачі. Структура інтелектуальної системи навігації складається з трьох підсистем (рис. 1): керування рухом, визначення місцезнаходження та орієнтації, а також ідентифікації об'єктів. Ці підсистеми взаємодіють між собою для забезпечення автономної навігації.

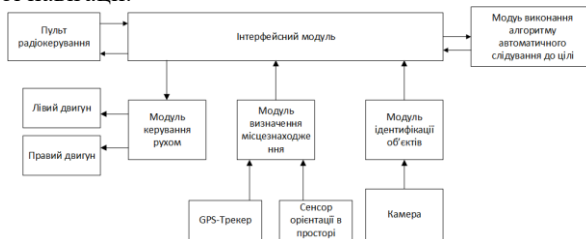


Рис. 1. Структура інтелектуальної системи навігації

Ключовим компонентом є підсистема ідентифікації об'єктів, яка обробляє зображення для виявлення перешкод та об'єктів. Підсистема визначення місцезнаходження включає GPS-трекер і сенсор орієнтації, дозволяє отримати поточне місцезнаходження та орієнтацію в просторі, тоді як підсистема керування рухом базується на двомоторній схемі [3], яка поєднує принципи диференціального керування та методу зміни напрямку обертання двигунів.

Для обробки зображень із камери використовуються моделі, адаптовані для роботи на мікроконтролерах з обмеженими ресурсами. В результаті дослідження, найбільш оптимальною для проекту

виявилась EfficientNet-Lite через збалансованість між точністю та ефективністю використання ресурсів порівняно з іншими моделями.

Для навігації в автоматичному режимі було обрано алгоритм VFH*, який буде локальну карту перешкод на основі сенсорних даних і знаходить найбезпечніший напрямок руху. Для покращення алгоритму використано такі методи: використання точніших даних про перешкоди та адаптивне налаштування порогів для уникнення перешкод. Вказані покращення демонструються наступними формулами:

$$K_i = w_1 \cdot \frac{R_i}{R_{max}} + w_2 \cdot \frac{d_{min}}{d_i} + w_3 \cdot P_i \quad (1)$$

де: K_i – коефіцієнт важливості для i -ї перешкоди, в діапазоні від 0 до 1; R_i – розмір i -ї перешкоди в метрах; R_{max} – максимально можливий розмір в метрах; d_i – відстань до i -ї перешкоди в метрах; d_{min} – мінімальна відстань для детектування перешкод в метрах; P_i – пріоритет перешкоди залежно від її типу, який отриманий від нейронної мережі, в діапазоні від 0 до 1; w_1, w_2 та w_3 – вагові коефіцієнти в діапазоні від 0 до 1.

$$T = T_0 \left(1 + \alpha \cdot \frac{v}{v_{max}} + \beta \cdot K_i \right) \quad (2)$$

де: T_0 – початковий поріг; v, v_{max} – поточна та максимальна швидкість човна в м/с; K_i – коефіцієнт важливості i -ї перешкоди; α та β – вагові коефіцієнти, в діапазоні від 0 до 1.

Результати дослідження. У результаті дослідження була розроблена архітектура інтелектуальної системи навігації, що включає всі необхідні підсистеми для забезпечення автономної роботи в режимі реального часу. Зокрема, алгоритм VFH* було вдосконалено для підвищення його ефективності через точнішу ідентифікацію перешкод та адаптивне налаштування порогів уникнення.

Список літератури

1. *A Design of Three-Dimensional Spatial Path Planning Algorithm Based on Vector Field Histogram** / C. Zong ma in. *Sensors*. 2024. Т. 24, № 17. С. 5647. URL: <https://doi.org/10.3390/s24175647> (дата звернення: 25.09.2024).

2. *Калініченко І., Богуславський Є. Використання штучного інтелекту безпілотних суден для визначення перешкод при плаванні. International Science Journal of Engineering & Agriculture*. 2024. Т. 3, № 3. С. 92–103. URL: <https://doi.org/10.46299/j.isjea.20240303.09> (дата звернення: 26.09.2024).

3. *Chris. Do RC Boats Have Reverse? Dual Directional Delight*. URL: <https://rcgearhead.com/do-rc-boats-have-reverse/>.