УДК 004.8:621.396.6 DOI https://doi.org/10.30837/IYF.PDICIMT.2024.005

СТВОРЕННЯ МОДЕЛІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ БПЛА

Білик О.С., Мартинчук О.О.
Науковий керівник - к.т.н., доц. Мартинчук О.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ІКІ,
м. Харків, Україна
e-mail: oleksandr.bilyk@nure.ua

This presentation outlines the development of an artificial intelligence (AI) model for processing, analyzing, and classifying Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) based on signal characteristics. The report details a multi-stage approach, utilizing machine learning techniques. Initial stages involve data collection and preparation, including gathering signal data from various UAV types and preprocessing to enhance data quality.

Створення моделі штучного інтелекту (ШІ) для обробки, аналізу та класифікації безпілотних літальних апаратів (БПЛА) на основі характеристик отриманих сигналів може бути здійснено з використанням кількох етапів з використанням методів машинного навчання. Нижче наведено етапи створення такої моделі.

1. Збір та підготовка даних

- збір даних сигналів з різних типів БПЛА, включаючи частоту, амплітуду, фазу, поляризацію та інші характеристики;
- класифікація зібраних даних за типами БПЛА або за характером використання (наприклад: ударний, розвідувальний ін.);
- попередня обробка: фільтрація, нормалізація та інші методи попередньої обробки для поліпшення якості даних перед подачею їх до моделі ШІ.

2. Вибір моделі машинного навчання

- класифікаційні алгоритми: використання алгоритмів навчання з вчителем, таких як опорні векторні машини (SVM), випадкові ліси (Random Forest), або глибокі нейронні мережі для класифікації сигналів;
- вибір моделі може залежати від кількості та різноманітності даних, а також від потрібної точності та швидкості обробки.

3. Тренування моделі

- розділення даних на тренувальний та тестувальний набори;
- підготовка моделі з використанням тренувального набору даних;
- перевірка та валідація: використання тестового набору для перевірки ефективності моделі.

4. Оцінка та оптимізація

- аналіз точності, повноти, F1-оцінки та інших метрик.
- оптимізація: тонке налаштування параметрів моделі та структури для покращення результатів.

5. Впровадження та використання

Створення програми математичного моделювання в MATLAB для виявлення малопомітних цілей типу БПЛА та придушення каналів керування за допомогою ортогонально-поляризованих шумоподібних радіосигналів вимагає глибоких знань в області радіоелектроніки, сигнальної обробки та програмування MATLAB.

```
% Параметри сигналу
Fs = 1000;          % Частота дискретизації
T = 1/Fs;           % Час дискретизації
L = 1500;           % Довжина сигналу
t = (0:L-1)*T;      % Часовий вектор
% Створення шумоподібного сигналу
S = randn(size(t));
% Моделювання відбитого сигналу від БПЛА
delay = 300;        % Затримка сигналу
alpha = 0.5;        % Коефіцієнт затухання
Reflected = alpha * [zeros(1, delay), S(1:end-delay)];
% Візуалізація сигналів
subplot(2,1,1);
plot(Fs*t(1:100), S(1:100))
title('Оригінальний шумоподібний сигнал')
subplot(2,1,2);
plot(Fs*t(1:100), Reflected(1:100))
title('Відбитий сигнал від БПЛА')
```

Даний код демонструє базове створення шумоподібного сигналу та моделювання його відбиття від БПЛА. Подальший аналіз, такий як ідентифікація характеристик сигналу БПЛА, вимагає більш складних методів, які залежать від конкретного сценарію та доступних даних.

Моделювання взаємодії з малопомітними цілями у радіолокаційній системі, особливо з використанням ортогонально-поляризованих шумоподібних сигналів, можна реалізувати за допомогою простого сценарію в MATLAB.

```
% Визначення параметрів
fc = 2.4e9;          % Центральна частота (Гц)
fs = 10e6;           % Частота дискретизації (Гц)
pulseWidth = 1e-6;   % Тривалість імпульса (с)
prf = 1e3;           % Частота повторення імпульсів (Гц)
targetRange = 500;   % Відстань до малопомітної цілі (м)
targetRCS = 1e-4;    % РКС (радіолокаційний переріз) малопомітної цілі (м^2)
% Створення двохполяризаційної фазованої антенної решітки та сигналу
array = phased.URA('Size', [4, 2], 'ElementSpacing', [0.5, 0.5]);
waveform = phased.RectangularWaveform('PulseWidth', pulseWidth, 'PRF', prf);
% Генерація двохполяризаційного радарного сигналу
returnSignalH = radar(array, waveform, 'Polarization', 'H');
% Моделювання відбиття від малопомітної цілі
targetReturn = phased.RadarTarget('Model', 'Nonfluctuating', 'MeanRCS', targetRCS);
targetSignal = targetReturn(returnSignalH, targetRange);
% Відображення сигналу до і після взаємодії з малопомітною ціллю
figure;
```

```
subplot(2, 1, 1);
plot(abs(returnSignalH));
title('Сигнал до взаємодії з малопомітною ціллю');
subplot(2, 1, 2);
plot(abs(targetSignal));
title('Сигнал після взаємодії з малопомітною ціллю');
```

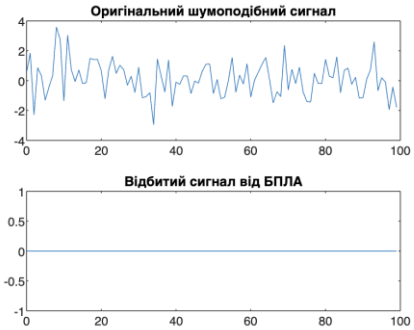

Рисунок 1. Демонстрація роботи моделі

У цьому прикладі ми створюємо двохполяризаційний сигнал, а потім моделюємо взаємодію з малопомітною ціллю за допомогою об'єкта `phased.RadarTarget`. Графіки демонструють сигнал перед взаємодією з ціллю та сигнал після взаємодії.

Таким чином, ортогонально-поляризовані шумоподібні радіосигнали представляють собою новаторський підхід у виявленні малопомітних цілей, таких як БПЛА. Цей метод відрізняється високою ефективністю у виявленні цілей, що традиційно важко виявити.

Список використаних джерел:

1. Білик О.С., ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ SDR В МЕТОДАХ ПАСИВНОЇ РАДІОЛОКАЦІЇ ТА РАДІОРОЗВІДКИ // 27-й Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті». Зб. Матеріалів форуму. Т.4. – Харків: ХНУРЕ. 2023. – С. 37-38.

2. Білик О. С. Огляд методів виявлення бпла з використанням ортогонально-поляризованих шумоподібних радіосигналів та технології SDR / О. С. Білик, О. О. Мартинчук // Інформаційно-комунікаційні технології та кібербезпека (ІКТК-2023) : матеріали дев’ятої Міжнародної науково-технічної конференції, 7 грудня 2023 р. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – С. 52-56.