

УДК 621.396.9:534.86]:629.7

АЛГОРИТМИ РОЗПІЗНАВАННЯ БПЛА ЗА АКУСТИЧНИМ ВИПРОМІНЮВАННЯМ

Гісцев А.Ю.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Олейніков В.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки
61166, Харків, пр. Науки 14, кафедра МІРЕС, т. 70-21-587
email: d_res@nure.ua

Algorithms for recognition of UAVs using acoustic systems designed for the detection of aircraft are considered. The advantages and disadvantages of this method are analyzed. It is shown that modern recognition methods and algorithms, implemented with the help of acoustic sensors, allow solving the problem of determining the coordinates of aircraft.

Безпілотні літальні апарати (БПЛА) застосовуються в різній сфері життєдіяльності людини і стали доступні майже кожному. Вони мають широкий спектр використання, як у цивільних, так і військових цілях. Сучасні БПЛА мають низький рівень помітності: вони виготовлені із композитних матеріалів, мають малу ефективну поверхню розсіювання (ЕПР) в радіодіапазоні, їх двигуни не випромінюють багато тепла, так як не схильні до сильного нагріву. Будь-якому матеріальному об'єкту, в тому числі і БПЛА, притаманні демаскуючі ознаки, які виділяють його в навколишньому середовищі, роблячи його помітним. Проблематика роботи полягає у розгляді алгоритму розпізнавання БПЛА методом аналізу акустичного випромінювання. Розглянуто основні етапи цього алгоритму.

Спектральний аналіз полягає у розбитті сигналу на окремі частотні компоненти з використанням алгоритмів, таких як Fast Fourier Transform (FFT). Це дозволяє отримати спектральний розклад сигналу, який може бути використаний для ідентифікації акустичних сигнатур БПЛА. Характеристики, які можуть бути ідентифіковані за допомогою спектрального аналізу, включають частотні характеристики звуку, який генерує БПЛА, такі як його частота, амплітуда та спектральна ширина. З цієї інформації можна отримати дані про розмір та форму БПЛА, а також про його швидкість польоту. Проте, слід зазначити, що спектральний аналіз може бути складним завданням через наявність різноманітних джерел шуму та завад, таких як інші літаки, транспортні засоби на землі або водна поверхня.

Метод головних компонент дозволяє зменшити розмірність даних за рахунок видалення кореляції між ознаками та зменшення кількості ознак. Для виявлення БПЛА цей метод може бути використаний для зменшення кількості ознак, пов'язаних з акустичним випромінюванням БПЛА.

Аналізуючи дані з мікрофонів, можна створити матрицю акустичних даних, де кожен рядок представляє сигнал, отриманий від одного з

мікрофонів. Застосування PCA до цієї матриці даних дозволяє знайти основні компоненти, які відповідають за найбільшу частину дисперсії даних. Ці основні компоненти можуть бути використані для відокремлення акустичних сигнатур БПЛА від інших джерел шуму та перешкод. Після виконання PCA можна провести кластерний аналіз, щоб визначити групи акустичних сигнатур, які відповідають за наявність БПЛА.

Алгоритм системи ідентифікації БПЛА на підставі акустичних даних реалізується за допомогою наступних кроків.

1. Етап збору даних. Данні з акустичних сенсорів збираються та перетворюються на цифрові для подальшої обробки. Акустичні сенсори, як правило, представляють собою решітки мікрофонів.

2. Попередня обробка даних. Зібрані дані можуть бути піддані попередній обробці, де проводиться фільтрація, амплітудна та фазова корекція, що допомагає покращити якість отриманих даних

3. Розпізнавання. Шляхом формування математичної моделі проводиться зіставлення векторів ознак один з одним та розраховується ступень подібності між зареєстрованими ознаками та збереженою моделлю в базі.

4. Етап ухвалення рішень. Проводить винесення кінцевих рішень на основі отриманих ступенів подібності і, якщо необхідно, заданих порогових значень

Отже, найбільш ефективним напрямком надійного виявлення БПЛА є комплексна інформації, яка надходить по каналах різної фізичної природи, але для використання комплексних методів потребує застосування більшої кількості обладнання, що підвищує габарити та вартість таких комплексів, а також зменшує їх мобільність. Для виявлення БПЛА широкого застосування, які є найбільш затребувані в рішенні цивільних і військових завдань велику увагу слід приділити дослідженню акустичних методів виявлення БПЛА.

Список використаних джерел:

1.Карташов В. М., Олейников В. Н., Шейко С. А., Бабкин С. И., Коротцев И. В., Зубков, О. В. (2018). Особенности распознавания малых беспилотных летательных аппаратов// Радиотехника: Всеукраїнський міжвідомчий наук.-техн. збірник. 2018. Вип. 195. С. 235–243. https://nure.ua/wp-content/uploads/2018/Scientific_editions/rvmnts_2018_195_26.pdf

2. V. N. Oleynikov, O. V. Zubkov, V. M. Kartashov, I. V. Korytsev, S. I. Babkin, S.A. Sheiko, "Investigation of detection and recognition efficiency of small unmanned aerial vehicles on their acoustic radiation," Telecommunications and Radio Engineering, 2019, V. 78, Iss. 9, pp. 759–770. <https://www.dl.begellhouse.com/journals/0632a9d54950b268,3edad39d3e7a4a86,722a9c4c4d7203c9.html>