

АЛГОРИТМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ КАНАЛОВ УПРАВЛЕНИЯ БПЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АППАРАТА НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Гражданкин С.П., Зайко А.М.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Мартиневич А.В.

В данной работе представлены результаты исследования сигнальных структур малоразмерных беспилотных летательных аппаратов. Приведены сведения об анализе сигналов в частотно-временном представлении. Описан принцип работы сверточных нейронных сетей и применение их к результатам данного исследования.

Целью данного исследования являлась разработка нейросетевого идентификатора, определяющего модель БПЛА. Была сформирована база данных сигналов, состоящая из пяти моделей одного производителя. При изучении сигнальных структур во временной области был найден служебный пакет, имеющий уникальную структуру, который позволяет произвести идентификацию объекта. Для реализации алгоритма идентификации решено использовать аппарат нейронных сетей за свою высокую эффективность в задачах классификации и обширное количество нейросетевых структур, позволяющих работать с любыми сигнальными представлениями. В процессе изучения различных сигнальных представлений хорошие результаты с точки зрения классификации источников радиосигналов получены на основе Вейвлет-преобразования.

Теория вейвлетов является мощной альтернативой анализу Фурье и дает более гибкую технику обработки сигналов. Одно из основных преимуществ Вейвлет-анализа заключается в том, что он позволяет заметить хорошо локализованные изменения сигнала, тогда как анализ Фурье этого не дает – в коэффициентах Фурье отражается поведения сигнала за все время его существования [1].

На рисунке 1 отображены Вейвлет-представления уникального служебного пакета для таких моделей БПЛА как *DJI Matrice 210*, *DJI Mavic 2 Pro*, *DJI Mavic 2 Zoom*.

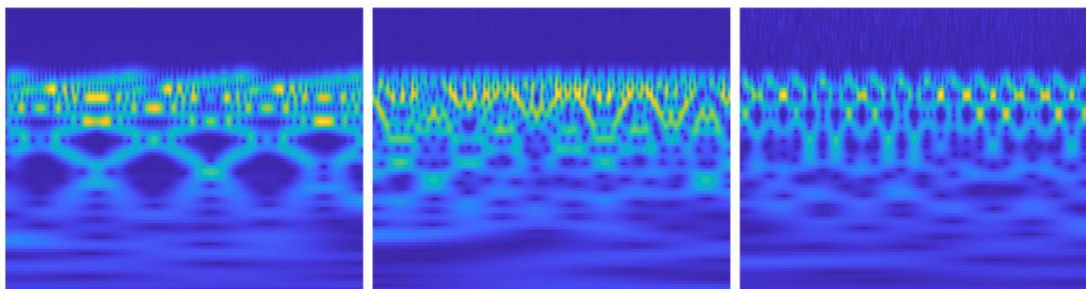


Рисунок 1 – Вейвлет-представления служебного пакета *DJI Matrice 210*, *DJI Mavic 2 Pro*, *DJI Mavic 2 Zoom* соответственно

При изучении задачи дальнейшего переноса на аппаратную платформу было принято решение использовать сверточные нейронные сети. Данные сети преимущественно используются в задачах классификации изображений. Также существуют нейронные сети для анализа временных рядов, но это повышает требования к производительности аппаратной платформы.

Сверточные нейронные сети работают на основе фильтров, которые занимаются распознаванием определенных характеристик изображения (например, прямых линий). Фильтр — это коллекция ядер; иногда в фильтре используется один ядро. Ядро — это обычная матрица чисел, называемых весами, которые “обучаются” с целью поиска на изображениях определенных характеристик [2].

Нейросетевой идентификатор был построен на базе сверточной сети *ResNet-50*. Данная сеть обладает приемлемой точностью классификации и степенью затрат вычислительных ресурсов. Для обучения сети использовалось более 500 изображений Вейвлет-представлений (не менее 100 на каждую модель) и точность классификации составила 95%. Полученный результат может быть улучшен на 1-3% посредством увеличения обучающей выборки и оптимизации параметров обучения.

Данное исследование может быть применено в системах радиотехнического мониторинга источников радиоизлучения.

Список использованных источников:

1. Дьяконов, В. MATLAB. Обработка сигналов и изображений: специальный справочник / В. Дьяконов, И. Абраменкова. – СПб.: Питер, 2002. – 10 с.
2. ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks / A. Krizhevsky // Communications of the ACM, vol.60, no.6, 2017. – P. 84