

нашей жизни в ближайшие годы, например, летающие такси и пассажирские перевозки. Уже многие компании работают над беспилотными аэротакси, которые будут перевозить людей на небольшие расстояния. Такие дроны напоминают мини-вертолёты с вертикальным взлётом. Умные города и их инфраструктура: дроны могут помогать регулировать дорожное движение; замечать пробки и аварии и контролировать состояние дорог и зданий.

УДК 004.8

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ АНАЛИЗА СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Д.А. СТАНКЕВИЧ, А.Н.ТИПКО

Республиканское унитарное предприятие «Научно-производственный
центр многофункциональных беспилотных комплексов»
Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь

Программа HyperDetect — инструмент для анализа состояния растительности на основе гиперспектральных кубов, реализующий обработку данных, выделение признаков, кластеризацию, визуализацию и диагностику аномалий. Обеспечивает оптимизацию экологического мониторинга и определение состояния здоровья растительности. База данных для построения гиперспектральных кубов создается с помощью разработанной на предприятии установки для наземной штативной съемки (рис.1), либо с беспилотного летательного аппарата, оснащенного мультиспектральной камерой (рис. 2).



Рис.1. Установка с гиперспектральной камерой
для наземной штативной съемки



Рис. 2. Целевая нагрузка мультиспектральной камерой для БПЛА типа «Бусел»

Программа обрабатывает гиперспектральные кубы (150 каналов, диапазон 400–1100 нм) и метаданные в формате JSON, полученные с гиперспектральной камеры (рис. 3), фиксирующей изображения растительных объектов (ветки, трава, листья).

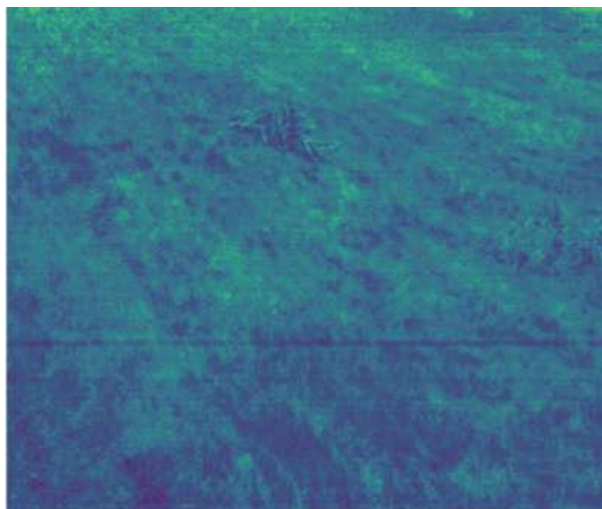


Рис. 3. Срез гиперспектрального куба

Метод включает этапы:

1. Предобработка. Загрузка и валидация гиперкубов, приведение размеров (обрезка/дополнение нулями), коррекция ориентации, устранение артефактов полосы щели, нормализация яркости и интенсивности.
2. Извлечение признаков. Расчёт индексов (NDVI, PRI, SAVI, EVI, NDWI, ARVI), текстурных признаков (GLCM, Sobel, локальное среднее), кластеризация MiniBatchKMeans для выделения фона.

3. Обновление кластеров. Пересчёт кластеров с коррекцией аномалий.

4. Визуализация. Карты индексов, текстурных признаков и кластеров.

5. Обучение модели. Выбор каналов, объединение с индексами, кластерами, локальным средним и Sobel; снижение разрешения, аугментация; свёрточный автоэнкодер с декодером. Обучение на 100 эпохах с ранней остановкой.

6. Генерация видео. Инференс, снижение разрешения, предсказание, восстановление до исходного разрешения. Кадры с выделением кластера кустов, метками даты и длины волны. Формирование видео AVI (1920×1080, 1 FPS).

В результате работы программы HyperDetect формируются преобразованные гиперкубы, наборы спектральных индексов, текстурных характеристик и карт кластеров, а также визуализации в виде карт признаков. Обученный автоэнкодер обеспечивает минимальную ошибку восстановления.

Итоговое видео наглядно отображает больные кусты на кластерах, с метками даты и длины волны (рис. 4).

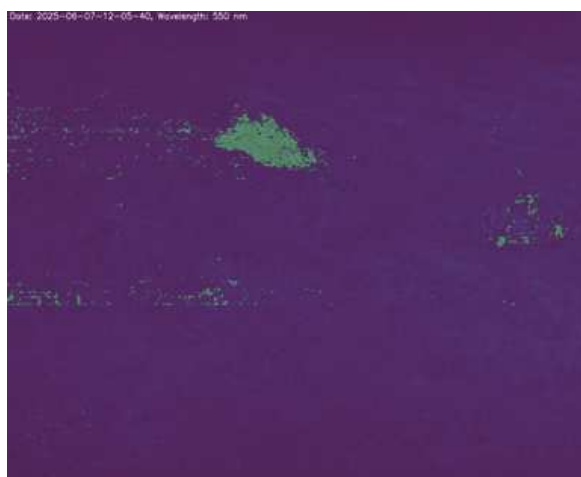


Рис. 4. Изображение больного куста на фоне

Метод позволяет анализировать состояние растительности и выявлять аномалии оптимизируя мониторинг заболеваний и экологический контроль.

ЛИТЕРАТУРА

1. Xu S., Khandelwal A., Li X., et al. Mini-batch learning strategies for modeling long term temporal dependencies: a study in environmental applications. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00607-024-01362-2>.

2. Kroon D. Numerical optimization of kernel-based image derivatives. Short Paper, University of Twente, 2009. <https://towardsdatascience.com/magic-of-the-sobel-operator-bbbcb15af20d/>.
3. Bank D., et al. Autoencoders: A comprehensive review. Artificial Intelligence Review, 2024. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10462-023-10662-6>.
4. Chen Z., Guo J. Deep learning for universal linear embeddings of nonlinear dynamics. Nature Communications, 2018. <https://www.nature.com/articles/s41467-018-07210-0>.
5. Kingma, D. P., & Welling, M. (2014). Auto-encoding variational Bayes. Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Representations (ICLR). <https://arxiv.org/abs/1312.6114>.
6. Thenkabail, P. S., Lyon, J. G., & Huemmrich, K. F. (2019). Hyperspectral remote sensing of vegetation. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315159331>.

УДК 629.735

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ДВОЙНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

А.В. ТАРАСЕВИЧ, Д.В. КАЦЕР
ОАО «ПЕЛЕНГ», Минск, Беларусь

Компания «Пеленг» в 2024 году отметила 50-летний юбилей. На протяжении полувека она выполняет научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, разрабатывает и предлагает своим заказчикам лучшие оптико-электронные приборы. Потенциал компании «Пеленг» позволяет уверенно реализовывать и другие инновационные проекты. Одним из таких проектов является разработка беспилотных авиационных комплексов (БАК) двойного назначения. В современных условиях беспилотные летательные аппараты (БПЛА), входящие в состав таких БАК, должны иметь возможность функционирования в автоматическом режиме при отсутствии сигналов спутниковых навигационных систем. Данное требование может быть выполнено путем интегрирования в состав бортового оборудования БПЛА систем технического зрения (СТЗ), разрабатываемых компанией «Пеленг».