

DOI: 10.25728/avtprom.2024.01.06

Громов Ю.Ю., Ищук И.Н., Родионов В.В.
(Тамбовский государственный технический университет)

Применение технологий искусственного интеллекта в задачах обработки данных дистанционного мониторинга поверхности земли

Представлен метод классификации разновременных многоспектральных изображений поверхности земли с использованием сверточной нейронной сети глубокого обучения U-net. Изображения видимого и инфракрасного диапазона длин волн были получены с помощью многоспектральной оптико-электронной системы беспилотного летательного аппарата и использовались для построения ортофотопланов местности. На основе полученных данных производилось обучение нейронной сети для решения задач обнаружения техногенных объектов. Метод интеллектуального распознавания объектов дистанционного мониторинга, основанный на глубоком обучении и оценках теплофизических параметров, позволяет создавать фоноцелевую обстановку с использованием генетического алгоритма. Этот алгоритм решает коэффициентную обратную задачу теплопроводности и предоставляет оценки теплофизических параметров материалов. Для обучения модели введено 18 классов объектов, которые были изучены на основе разницы в тепловом контрасте между техногенными объектами и фоном (антропогенным или природным ландшафтом). Съемка земной поверхности проводилась 6 раз в течение суток с интервалом 4 ч. Эксперимент был проведен в летний период 4-5 августа 2021 г. Было показано, что модель демонстрирует применимость с различной достоверностью, в процессе работы модели были обнаружены искомые классы объектов.

Ключевые слова: глубокое обучение, классификация, сегментация, дистанционный мониторинг, нейронная сеть, генетический алгоритм, фоноцелевая обстановка, оптико-электронные системы, теплофизические параметры.

*Родионов Вадим Владимирович – экстерн,
Ищук Игорь Николаевич – д-р техн наук, проф., начальник управления МО,
Громов Юрий Юрьевич – д-р техн наук, проф., директор института автоматизации и информационных технологий, Тамбовский государственный технический университет.*

Список литературы

- 1. Nishara A., Richards S., Breen D., Robertson J., Breen B. Thermal infrared imaging of geothermal environments and by an unmanned aerial vehicle (UAV): A case study of the Wairakei e Tauhara geothermal field, Taupo, New Zealand. Renewable Energy 86. 2016. p.1256 –1264.*
- 2. Shih-Hong Chio, Cheng-Horng Lin. Preliminary Study of UAS Equipped with Thermal Camera for Volcanic Geothermal Monitoring in Taiwan // Sensors. 2017. 17.P. 1-17.*
- 3. Вавилов В.П. Тепловой неразрушающий контроль материалов и изделий // Дефектоскопия. 2017. № 10. С. 34-57.*
- 4. Чулков А.О., Вавилов В.П., Нестерук Д.А. Автоматизированный практический алгоритм идентификации дефектов в процедурах активного теплового контроля // Дефектоскопия. 2018. №4. С. 49-53.*
- 5. Сутырина Н.Е. Дистанционное зондирование земли: учеб. пособие. – Иркутск: ИГУ, 2013. 38-50 с.*
- 6. Thanh N. T., Sahli H. and Hao D.N. Finite-difference methods and validity of a thermal model for landmine detection with soil property estimation // IEEE Transactions on geoscience and remote sensing. 2007. № 3. p. 656-674.*
- 7. Ищук И.Н., Фесенко А.И., Громов Ю.Ю. Идентификация свойств скрытых подповерхностных объектов в инфракрасном диапазоне волн. М.: Машиностроение. 2008. С.184.*

8. Ronneberger O., Fischer P., Brox T. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation // Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention, New York: Springer. Cham. 2015. №. 9351.
9. Umar M. Z., Vavilov V. P., Abdullah H., Ariffin A. K. Detecting low-energy impact damages in carbon-carbon composites by ultrasonic infrared thermography, Russian Journal of Nondestructive Testing, Vol. 53, Issue 7, - 2017. P. 530–538.

Gromov Yu.Yu., Ishchuk I.N., Rodionov V.V. Application of artificial intelligence technologies in problems of processing data from remote monitoring of the earth's surface

A method for classifying multi-temporal multispectral images of the earth's surface using the U-net deep learning convolutional neural network is presented. Visible and infrared wavelength images were obtained using a multispectral optical-electronic system of an unmanned aerial vehicle and were used to construct orthophotomaps of the area. Based on the data obtained, a neural network was trained to solve problems of detecting man-made objects. The method of intelligent recognition of remote monitoring objects, based on deep learning and estimates of thermophysical parameters, allows you to create a background-target environment using a genetic algorithm. This algorithm solves the coefficient inverse problem of thermal conductivity and provides estimates of the thermophysical parameters of materials. To train the model, 18 classes of objects were introduced, which were studied based on the difference in thermal contrast between man-made objects and the background (anthropogenic or natural landscape). The earth's surface was photographed 6 times during the day with an interval of 4 hours. The experiment was carried out in the summer on August 4-5, 2021. It was shown that the model demonstrates applicability with varying reliability; during the operation of the model, the required classes of objects were discovered.

Keywords: deep learning, classification, segmentation, remote monitoring, neural network, genetic algorithm, background target environment, optical-electronic systems, thermophysical parameters.