

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0223U004688

Державний реєстраційний номер: 0121U114416

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 29-11-2023

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 2

Назва етапу: Розробка інформаційної технології глибокого навчання в хмарному середовищі Google Earth Engine (GEE). Розробка інформаційної технології глибокого навчання в хмарному середовищі Amazon Web Services (AWS). Розв'язання задачі класифікації типів земного покриву та землекористування на основі супутникових даних з використанням transfer learning. Аналіз індикаторів економічної діяльності на основі різномірних даних.

Початок етапу: 05.2023

Закінчення етапу: 11.2023

Вид звітнього документа: Остаточний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Інститут космічних досліджень Національної академії наук України та Державного космічного агентства України

Код за ЄДРПОУ: 22971655

Місцезнаходження: проспект Академіка Глушкова, буд. 40, корп. 4/1, м. Київ, 03187, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380445264124

IV. Відомості про співвиконавців ДіР

V. Відомості про замовника ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Національний фонд досліджень України

Код за ЄДРПОУ: 42734019

Місцезнаходження: вул. Бориса Грінченка, 1, м. Київ, 01001, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Кабінет Міністрів України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380442981622

VI. Джерела, напрями та обсяги фінансування ДіР

Підстава для проведення ДіР: 34 - договір (замовлення) з центральним органом виконавчої влади, академією наук (головними розпорядниками бюджетних коштів на проведення НДДКР)

Напрямок фінансування: 2.2 - прикладні дослідження і розробки

Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК): 2201300

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 2267.657

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Методи і моделі глибинного навчання для прикладних задач супутникового моніторингу

Назва роботи англійською:

Deep learning methods and models for applied problems of satellite monitoring

Реферат українською:

Мета роботи: удосконалення існуючих та розробка нових методів і моделей глибинного навчання для розв'язання задач моніторингу економічних показників та business intelligence на основі злиття різнорідних супутникових даних та даних з різних джерел високого просторового та часового розрізнення. Методи досліджень: методи машинного навчання, статистичний аналіз, інформаційні технології аналізу великих даних, удосконалення моделей глибинного навчання, використання рекурентних нейронних мереж, метод підвищення просторового розрізнення супутникових даних на основі методів глибинного навчання, метод навчання нейронних мереж без учителя, методи математичної статистики та геопросторового аналізу. Використання хмарних середовищ для обробки даних. Метод адаптації рекурентних нейронних мереж для об'єднання та гармонізації супутникових даних. Результати: Розроблено новий метод класифікації багатовимірних геопросторових даних на основі рекурентних нейронних мереж, що дозволяє отримати вихід у вигляді багатовимірного часового ряду. Вдосконалено архітектуру моделі глибинного навчання для класифікації часових рядів геопросторових даних з використанням рекурентних нейронних мереж на основі transfer learning, що дозволяє здійснювати застосування навченої нейронної мережі для інших наборів часових рядів даних. Розроблено новий метод підвищення просторового розрізнення супутникових даних на основі методів глибинного навчання з використанням генеративних змагальних мереж (generative adversarial networks – GAN), для підвищення точності ідентифікації та локалізації об'єктів, що дозволяє підвищити точність моніторингу економічної діяльності на основі геопросторових даних. Розроблені методи застосовано для розв'язання прикладних задач супутникового моніторингу, реалізовано в хмарних середовищах AWS та GEE. З використанням різнорідних даних, а також продуктів обробки супутникових даних, зокрема якості атмосферного повітря та яскравості нічного освітлення проаналізовано економічні показники.

Реферат англійською:

Purpose of work - improvement of existing and development of new deep learning methods and models to solve problems of monitoring economic indicators and business intelligence based on the fusion of heterogeneous satellite data and data from different sources of high spatial and temporal resolution. Research methods - machine learning methods, statistical analysis, information technologies of big data analysis, improvement of deep learning models, use of recurrent neural networks, method of increasing spatial distinction of satellite data based on deep learning methods, methods of mathematical statistics and geospatial analysis. Using cloud environments for data processing. A method for adaptation recurrent neural networks to integrate and harmonize satellite data. Results: A new method of classifying multidimensional geospatial data based on recurrent neural networks has been developed, which allows to obtain output in the form of a multidimensional time series. The improved architecture of the deep learning model for the classification of time series of geospatial data using recurrent neural networks based on transfer learning, which allows applying the trained neural network to other sets of time series data. A new method of increasing the spatial resolution of satellite data based on deep learning methods using generative adversarial networks has been developed to increase the accuracy of identification and localization of objects, which allows to increase the accuracy of monitoring economic activity based on geospatial data. The developed methods have been used to solve applied problems of satellite monitoring and implemented in AWS and GEE cloud environments. With the use of heterogeneous data, as well as the products of satellite data processing, in

particular, the quality of atmospheric air and the night lighting, the economic indicators were analyzed.

Індекс УДК: 004.49; 004.056.57, 620:004, 004.49; 004.056.57, 620:004, 620:004, 004.49; 004.056.57

Коди тематичних рубрик: 50.41.25, 44.01.30

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Лавренюк Микола Сергійович

Науковий ступінь: д.філософ

Вчене звання:

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

VIII. Наукова (науково-технічна) продукція (НТП)

Назва НТП українською: Методи глибинного навчання на основі transfer learning та GAN

Назва НТП англійською: Advanced methods of deep learning based on transfer learning and GAN

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Методи, теорії

Галузь застосування: Міністерство енергетики та захисту довкілля. Київська міська державна адміністрація. Державна служба статистики України. Державні, обласні та районні органи влади.

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Розроблені, удосконалені та реалізовані методи глибинного навчання на основі transfer learning та GAN

Соціально-економічна спрямованість НТП: Поліпшення стану навколишнього середовища

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Не впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу: 05.2023

Закінчення етапу: 11.2023

Споживачі продукції:

Перспективні ринки:

Характер співробітництва з інвестором

Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:

Права, що надаються інвестору після завершення роботи:

Наявність бізнес-плану:

Техніко-економічне обґрунтування:

Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:

Очікуваний термін окупності (років):

Додаткова інформація:

Назва НТП українською: Карти класифікації типів земного покриву та землекористування для України з просторовим розрізненням 10 метрів

Назва НТП англійською: Classification maps of land cover types and land use for Ukraine with a spatial resolution of 10 meters

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Методи, теорії

Галузь застосування: Міністерство аграрної політики. Державна служба статистики України. Державні,

обласні та районні органи влади. Еко-активісти

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Classification maps of land cover types and land use for Ukraine with a spatial resolution of 10 meters

Соціально-економічна спрямованість НТП: Поліпшення стану навколишнього середовища

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Не впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу: 05.2023

Закінчення етапу: 11.2023

Споживачі продукції:

Перспективні ринки:

Характер співробітництва з інвестором

Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:

Права, що надаються інвестору після завершення роботи:

Наявність бізнес-плану:

Техніко-економічне обґрунтування:

Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:

Очікуваний термін окупності (років):

Додаткова інформація:

IX. Бібліографічний опис

Lavreniuk M., Shumilo L., Yailymov B., Kussul N. Reviewing Deep Learning Methods in the Applied Problems of Economic Monitoring Based on Geospatial Data. *Cybern Syst Anal.* 2022. Vol. 58, pp. 1008–1020. DOI: 10.1007/s10559-023-00535-9.

Kussul N., Fedorov O., Yailymov B., Pidgorodetska L., Kolos L., Yailymova H., Shelestov F. Fire Danger Assessment Using Moderate-Spatial Resolution Satellite Data. *Fire.* 2023, vol. 6, no. 2, 72. DOI: 10.3390/fire6020072.

Yailymov B., Shelestov A., Yailymova H., Shumilo L. Google Earth Engine Framework for Satellite Data-Driven Wildfire Monitoring in Ukraine. *Fire.* 2023. 6(11):411. DOI: 10.3390/fire6110411

Shumilo L., Okhrimenko A., Kussul N., Drozd S., Shkalikov O. Generative adversarial network augmentation for solving the training data imbalance problem in crop classification. *Remote sensing letters.* 2023; vol. 14, no. 11, pp. 1131–1140. DOI: 10.1080/2150704X.2023.2275551

Deininger K., Ali D. A., Kussul N., Shelestov A., Lemoine G., Yailimova H. Quantifying war-induced crop losses in Ukraine in near real time to strengthen local and global food security. *Food Policy.* 2023. 115, 102418. DOI: 10.1016/j.foodpol.2023.102418

Kussul N., Shelestov A., Yailymov B. Cloud Platforms and Technologies for Big Satellite Data Processing. *Information and Communication Technologies and Sustainable Development. ICT&SD 2022. Lecture Notes in Networks and Systems.* 2023. vol 809. Springer, Cham. pp. 303–321. DOI: 10.1007/978-3-031-46880-3_19

- Shumilo L., Skakun S., Gore L., Shelestov A., Kussul N., Hurtt G., Karabchuk D., Yarovskiy V. Conservation policies and management in the Ukrainian Emerald Network have maintained reforestation rate despite the war. *Commun Earth Environ* 4, 443 (2023). <https://doi.org/10.1038/s43247-023-01099-4>
- Kussul N., Kuzin V., Shelestov A. Deep Learning for Remote Sensing, Earth Intelligence and Decision Making: An overview. Springer LNEE "Digital Ecosystems: Interconnecting Advanced Networks with AI Applications". In press.
- Лавренюк М.С., Шуміло Л.Л., Яйлимов Б.Я., Куcssуль Н.М. Огляд методів глибинного навчання у прикладних задачах економічного моніторингу на основі геопросторових даних. *Кібернетика та системний аналіз*. 2022. Том 58, № 6, с. 177–192.
- Охріменко А.О., Куcssуль Н.М. Метод виявлення складних для розпізнавання зразків у наборах даних для задач класифікації у машинному навчанні. *Проблеми керування та інформатики*. 2023. Vol. 68, no. 4, pp. 84–95. DOI: 10.34229/1028-0979-2023-4-7.
- Lavreniuk M., Kussul N., Shelestov A., Lavrenyuk A., Shumilo L. Super resolution approach for the satellite data based on the generative adversarial networks. 2022 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS). 17 – 22 July, 2022, Kuala Lumpur Convention Centre (KLCC), Kuala Lumpur, Malaysia. pp. 1095 – 1098. DOI: 10.1109/IGARSS46834.2022.9884460
- Skakun S., Abys C., Adegbenro M., Becker-Reshef I., Duncan E., Eun J., Hall J., Qadir A., Shumilo L., Zhang Y., Kussul N., Shelestov A., Priscchepov A. High-Impact Hot Spots of Land Cover Land Use Change in Ukraine. 2022 12th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Athens, Greece, 2022, pp. 1-5, doi: 10.1109/DESSERT58054.2022.10018657.
- Kussul N., Drozd S., Yailymova H. Forecast of Yield of Major Crops in Ukraine in War Conditions 2022 based on MODIS and Sentinel-2 Satellite Data. *Proceedings of International Conference on Applied Innovation in IT*. 2023. pp. 89-95. DOI:10.25673/101923
- Lavreniuk M., Shumilo L., Lavreniuk A. Generative Adversarial Networks for the Satellite Data Super Resolution Based on the Transformers with Attention. *International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS) 2023*, July 16 – 21, 2023. Pasadena, California, pp. 6294-6297, doi: 10.1109/IGARSS52108.2023.10281826.
- Yailymova H., Yailymov B., Kussul N., Shelestov A., Shumilo L. Geospatial monitoring of sustainable and degraded agricultural land. *International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS) 2023*, July 16 – 21, 2023, Pasadena, California. pp. 2446 – 2449. doi: 10.1109/IGARSS52108.2023.10283189
- Kussul N., Shelestov A., Yailymov B., Yailymova H. Semi-supervised forest type mapping in Europe on satellite data. 12th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS2023). 7-9 September, 2023, Dortmund, Germany. pp. 454-458.
- Salii Y., Kuzin V., Hohol A., Kussul N., Yailymova H. Machine Learning Models and Technology for Classification of Forest on Satellite Data. *EUROCON 2023 – 20th International Conference on Smart Technologies*. 06-08 July 2023. pp. 93 – 98.
- Kussul N., Drozd S., Skakun S., Duncan E., Becker-Reshef I. Fusion of very high and moderate spatial resolution satellite data for detection and mapping of damages in agricultural fields. *The 13th IEEE International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies, DESSERT'2023*. 13-15 October, 2023, Athens, Greece. In press.

Х. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Федоров Олег Павлович

д.ф.-м.н., 01.04.07

Перелік осіб-виконавців

Ємельянов Михайло Олексійович

Гордійко Наталія Олександрівна

(к. т. н.)

Жуковський Антон Леонтійович

Красільнікова Тетяна Миколаївна

(к.т.н.)

Куусуль Наталія Миколаївна

(д. т. н., 05.13.03)

Охріменко Антон Олександрович

Пархомчук Олександр Михайлович

Шуміло Леонід Леонідович

(аспірант)

Яйлимов Богдан Ялкапович

(к. т. н.)

Відповідальний за підготовку

Яйлимова Ганна Олексіївна

облікових документів

Телефон

+38 (093) 931-15-00

Реєстратор

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**

