

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ВСЕРОССИЙСКАЯ ГРУППА ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ ИЕЕЕ
АКАДЕМИЯ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ООО «ОТКРЫТЫЕ РЕШЕНИЯ»
ОБЩЕСТВО «ЗНАНИЕ» РОССИИ
ПРИВОЛЖСКИЙ ДОМ ЗНАНИЙ

*XXII Международная
научно-техническая конференция*

**ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАТИКИ
В ОБРАЗОВАНИИ, УПРАВЛЕНИИ,
ЭКОНОМИКЕ И ТЕХНИКЕ**

Сборник статей

Декабрь 2022 г.

Пенза

УДК 004
ББК 32.81я43+74.263.2+65.050.2я43
П781

П781 **ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАТИКИ В ОБРАЗОВАНИИ,
УПРАВЛЕНИИ, ЭКОНОМИКЕ И ТЕХНИКЕ :**
сборник статей XXII Международной научно-технической
конференции. – Пенза: Приволжский Дом знаний, 2022. – 356 с.

ISBN 978-5-8356-1800-2
ISSN 2311-0406

Под редакцией *В.И. Горбаченко*, доктора технических наук,
профессора;
В.В. Дрождина, кандидата технических наук,
профессора

Информация об опубликованных статьях предоставлена в систему Рос-
сийского индекса научного цитирования (РИНЦ) по договору
№ 573-03/2014К от 18.03.2014.

ISBN 978-5-8356-1800-2
ISSN 2311-0406

© Пензенский государственный
университет, 2022
© АННМО «Приволжский Дом знаний», 2022

*XXII International
scientific and technical conference*

**PROBLEMS OF INFORMATICS
IN EDUCATION, MANAGEMENT,
ECONOMICS AND TECHNICS**

December, 2022

Penza

остановки ковша. По результатам тестирования можно заключить, что алгоритм в полной мере справляется с возложенной на него задачей, показывая достаточную точность в определении уровня заполненности ковша стальной.

Работа выполнена в рамках НИР СП-01/2021 по Программе развития ЯрГУ на период 2021-2030 годов.

Библиографический список

1. Changqian Yu, Changxin Gao, Jingbo Wang, Gang Yu, Chunhua Shen, Nong Sang. BiSeNet V2: Bilateral Network with Guided Aggregation for Real-time Semantic Segmentation // Cornell University, arXiv:2004.02147v1, 2020, p.1.

2. Jinkun Cao, Xinshuo Weng, Rawal Khirodkar, Jiangmiao Pang, Kris Kitani, Carnegie Mellon University, The Chinese University of Hong Kong, Shanghai AI Laboratory. Observation-Centric SORT: Rethinking SORT for Robust Multi-Object Tracking. // Cornell University, arXiv:2203.14360v1, 2022, Pp. 1-2.

Коротнев П.А.

Хрящев В.В.

Назаровский А.Е.

Степанова О.А.

Ярославский государственный
университет им. П.Г. Демидова,
г. Ярославль, Россия

Korotnev P.A.

Khryashchev V.V.

Nazarovsky A.E.

Stepanova O.A.

P.G. Demidov Yaroslavl State
University,
Russia, Yaroslavl

УДК 621.391

СЕГМЕНТАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НА СПУТНИКОВЫХ SAR-ИЗОБРАЖЕНИЯХ

Н.В. Котов, Р.В. Ларионов, А.С. Андержанова, А.В. Сенников

SEGMENTATION OF AGRICULTURAL OBJECTS ON SATELLITE SAR-IMAGES

N.V. Kotov, R.V. Larionov, A.S. Anderzhanova, A.V. Sennikov

Аннотация. Представлены результаты сегментации сельскохозяйственных полей на SAR-изображениях микроволнового С-диапазона

с использованием нескольких архитектур сверточных нейронных сетей. В рамках работы использованы архитектуры IncFCN, MP-ResNet, а также модификации U-Net, DeeplabV3+ с кодировщиками ResNet-34 и ResNet-50. По результатам тестирования алгоритмов на SAR-изображениях лучшие значения коэффициентов F1 и Dice 0,67 и 0,72 показала архитектура IncFCN. Данный результат показывает высокую способность нейронной сети сегментировать сельскохозяйственные поля на микроволновых изображениях.

Ключевые слова: спутниковые SAR-изображения, сегментация, сельскохозяйственные поля, сверточные нейронные сети.

Abstract. The results of segmentation of agricultural fields on microwave C-band SAR images using several architectures of convolutional neural networks are presented. As part of the work, the IncFCN, MP-ResNet architectures, as well as modifications of U-Net, DeeplabV3 + with ResNet-34 and ResNet-50 encoders were used. According to the results of testing the algorithms on SAR images, the best values of the F1 and Dice coefficients of 0,67 and 0,72 were shown by the IncFCN architecture. This result shows the high ability of the neural network to segment agricultural fields in microwave images.

Key words: satellite SAR images, segmentation, agricultural fields, neural networks.

В настоящее время использование данных дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) широко используются в различных областях, в частности в сельском хозяйстве, землеустройстве, геолого-гидрологических исследованиях, военных целях [1]. В частности, большой интерес к использованию ДЗЗ проявляется в сфере сельского хозяйства для непрерывного получения различных физических показателей земной поверхности, мониторинга экологической обстановки, отслеживание динамики роста различных культур и т.д.

Современные спутники осуществляют съемку земной поверхности в различных диапазонах электромагнитного спектра – оптическом, ближнем инфракрасном, коротковолновом инфракрасном и микроволновом диапазонах. В частности, высокий интерес вызывает использование снимков микроволнового С-диапазона, полученных с помощью радара с синтезированной апертурой (SAR). За счет использования данного диапазона рабочих частот, исчезает зависимость съемки от погодных условий, времени суток, степени облачности. Также, за счет использования SAR появляется возможность получать снимки с высоким пространственным разрешением и с несколькими поляризациями. К сожалению, получение изображений в данном частотном диапазоне подвержено интенсивному влиянию спекл шумов. Таким образом, целью работы является разработка алгоритмов сегментации

сельскохозяйственных полей на спутниковых изображениях микроволнового диапазона нейронными сетями.

В данной работе используются следующие архитектуры сверточных нейронных сетей: IncFCN [2], MP-ResNet [3], а также U-Net [4] и DeeplabV3+ [5] с модификацией их магистральной части сетями ResNet-34 и ResNet-50. Первые две архитектуры предназначены для работы с поляриметрическими изображениями. Остальные сети предназначены для работы с изображениями оптического и инфракрасного диапазона.

В качестве базы изображений используются снимки со спутника Sentinel-1, полученные над территориями Германии и Южной Африки [6]. Всего получено 26 снимков, которые обладают следующими характеристиками:

- 2 основных канала и 1 сгенерированный канал: VV, VH, VV/VH;
- радиометрическое разрешение 16 бит;
- пространственное разрешение 10 м/пиксель;
- исходный размер 2400×2400 пикселей.

В качестве дополнительной предобработки удалены «хвосты» гистограммы распределения яркости пикселей изображения, а радиометрическое разрешение масштабировано до 8 бит. В рамках требований к обучению нейронных сетей, диапазон значений яркости пикселей масштабирован от [0, 256] до [0, 1].

Для обучения и тестирования проведено разделение снимка на патчи – квадратные изображения размером 256×256 пикселей с шагом 128 пикселей. Полученный набор случайным образом разделен на обучающую и тестовую выборки в отношении 9:1, затем 10% от обучающего набора выделено на валидационную выборку для контроля процесса обучения.

Для увеличения базы изображений использовались следующие три типа аугментации изображений: случайные повороты изображений, зеркальные отражения, изменение размера изображения. В таблице 1 представлено распределение патчей по выборкам.

Таблица 1

Распределение патчей по выборкам

	Обучающая выборка	Тестовая выборка
Всего патчей	7456	1296
Патчей с полями	6123	1210
Патчей без полей	648	86

В качестве алгоритма оптимизации использован RMSprop. В качестве функции потерь выбрана функция Dice. Обучение проводилось на протяжении 200 эпох с размером батча 16 и фиксированной скоростью обучения

0,0004 на двух картах TESLAV100 с 16 Гб видеопамати для архитектуры IncFCN и на одной карте для остальных вариантов архитектур соответственно. Для оценки качества работы алгоритмов выбраны метрики Dice и F1 [7].

Результаты тестирования нейронных сетей представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты тестирования нейронных сетей

Архитектура	Метрика	
	Dice	F1
DeeplabV3+/ResNet-34	0,66	0,6
DeeplabV3+/ResNet-50	0,68	0,62
U-Net/ResNet-34	0,69	0,62
U-Net /ResNet-50	0,67	0,6
IncFCN	0,72	0,67
MP-ResNet	0,67	0,6

На рисунке 1 показан результат работы сети IncFCN.

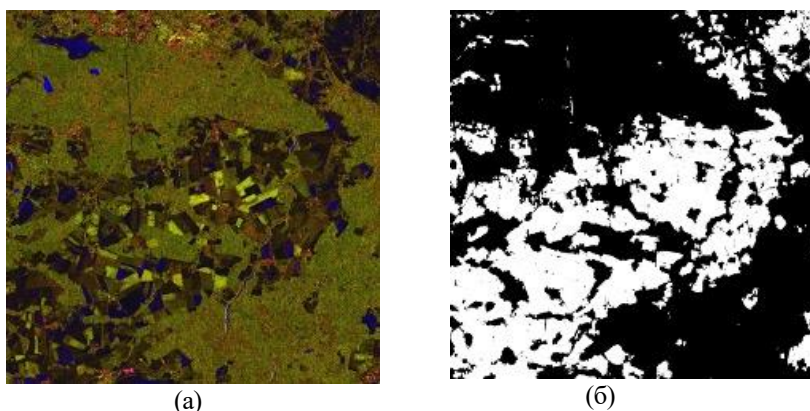


Рис. 1. Результат работы алгоритма IncFCN: а) оригинальное изображение; б) сегментированное изображение (белым обозначены сельскохозяйственные поля)

Согласно результатам, представленным в таблице 2, алгоритм сегментации IncFCN показывает лучший результат в сегментации областей с полями. Метрики Dice и F1 превышают значения 0,72 и 0,67 соответственно. Полученные результаты свидетельствуют о том, что разработанный алгоритм хорошо сегментирует сельскохозяйственные поля на спутниковых изображениях микроволнового диапазона, что позволяет использовать его в

различных прикладных задачах, связанных с управлением природными ресурсами в различных геоинформационных системах.

Работа выполнена в рамках НИР СП-03/2021 в рамках реализации Программы развития ЯрГУ на период 2021-2030 годов.

Библиографический список

1. Kamilaris A., Kartakoullis A., Prenafeta-Boudu X. A review on the practice of big data analysis in agriculture // *Computers and Electronics in Agriculture*. 2017. Vol. 143. Pp. 23-37.

2. Mohammadimanesh F. et al. A new fully convolutional neural network for semantic segmentation of polarimetric SAR imagery in complex land cover ecosystem // *ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing*. 2019. Vol. 151. Pp. 223-236.

3. Ding L. et al. MP-ResNet: Multipath Residual Network for the Semantic Segmentation of High-Resolution PolSAR Images // *In IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*. 2021. Vol. 19. Pp. 1-5.

4. Ronneberger O., Fischer P., Brox T. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation // *Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention – MICCAI 2015. Lecture Notes in Computer Science*. Springer. 2015. Vol 9351. Pp. 234-241.

5. Chen L. C. et al. Encoder-decoder with atrous separable convolution for semantic segmentation // *Proceeding of the European conference on computer vision (ECCV)*. 2018. Pp. 801-818.

6. Kondmann L. et al. DENETHOR: The DynamicEarthNET dataset for Harmonized, inter-Operable, analysis-Ready, daily crop monitoring from space // *Thirty-fifth Conference on Neural Information Processing Systems Datasets and Benchmarks Track (Round 2)*. 2021. Pp. 105-112.

7. Khryashchev V., Pavlov V., Ostrovskaya A., Larionov R. Forest Areas Segmentation on Aerial Images by Deep Learning // *2019 IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS)*, Batumi, Georgia. 2019. Pp. 1-5. Doi: 10.1109/EWDTS.2019.8884406.

Котов Н.В.

Ларионов Р.В.

Андержанова А.С.

Сенников А.В.

Ярославский государственный
университет им. П.Г. Демидова,
г. Ярославль, Россия

Kotov N.V.

Larionov R.V.

Anderzhanova A.S.

Sennikov A.V.

P.G. Demidov Yaroslavl
State University,
Russia, Yaroslavl