

# Разработка сервиса сегментации спутниковых данных с помощью алгоритмов глубокого обучения и библиотеки OpenVINO

Е.П. Васильев  
Нижегородский Государственный  
Университет им. Н.И. Лобачевского  
Нижний Новгород, Россия  
eugene.unn@gmail.com

А.А. Филатов  
Нижегородский Государственный  
Университет им. Н.И. Лобачевского  
Нижний Новгород, Россия  
dorfilfilatov@yandex.ru

И.С. Микерин  
Нижегородский Государственный  
Университет им. Н.И. Лобачевского  
Нижний Новгород, Россия  
mikerin-2002@mail.ru

Н.О. Ким  
Нижегородский Государственный  
Университет им. Н.И. Лобачевского  
Нижний Новгород, Россия  
ghj710@mail.ru

Д.А. Ермолаев  
Нижегородский Государственный  
Университет им. Н.И. Лобачевского  
Нижний Новгород, Россия  
ermolaev12danil@gmail.com

**Аннотация**—Целью работы является разработка сервиса семантической сегментации спутниковых снимков для областей лесных пожаров. В настоящее время идет активное развитие алгоритмов компьютерного зрения с применением глубокого обучения, что позволяет делать более точный и детализированный анализ спутниковых данных. С помощью алгоритмов глубокого обучения выполняется автоматическая сегментация природных пожаров, а также облаков на снимках Landsat-8. Разработан способ получения спутниковых данных для работы сервиса с портала EarthExplorer, для автоматической сегментации природных пожаров использована модель глубокого обучения на основе архитектуры UNet. Важной исследовательской составляющей данной работы является задача оптимизации производительности моделей глубокого обучения с помощью библиотеки инференса моделей глубокого обучения OpenVINO.

**Ключевые слова**— нейронные сети, семантическая сегментация, компьютерное зрение, обработка изображений, изображения поверхности Земли.

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Использование моделей глубокого обучения для решения задачи семантической сегментации (задачи присвоения метки принадлежности к некоторому классу для каждого из пикселей изображения) стало широко используемой практикой в различных областях: в медицине для анализа рентгеновских снимков и данных компьютерной томографии [1], в анализе видео с видеорегистраторов [2], управлении роботизированными манипуляторами [3]. Остается актуальной тематика использования моделей глубокого обучения для сегментации спутниковых данных [4].

Как правило, различные спутниковые системы работают на разных высотах и оборудованы разными сенсорами, с разными рабочими длинами волн, поэтому алгоритмы определения пожаров подстраиваются разработчиками под конкретные спутники. Использование алгоритмов глубокого обучения позволяет получать более глубокое представление о данных, чтобы использовать один алгоритм для различных типов спутников с более высокой точностью распознавания.

В данной работе будут рассматриваться решения двух задач анализа данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ): обнаружение природных пожаров на основе спутниковых данных Landsat-8, и автоматическая сегментация облаков.

### А. Задача обнаружения природных пожаров с помощью алгоритмов глубокого обучения

Исследования в области обнаружения природных пожаров нацелены на разработку методов определения вероятности того, является ли конкретный пиксель мультиспектрального изображения изображением возгорания. В [5] была предложена архитектура сверточной нейронной сети для повышения разрешения изображения на снимках лесных пожаров по данным спутника Sentinel-2. Для построения собственных моделей глубокого обучения определения пожаров можно воспользоваться открытым набором данных activefire [6].

### Б. Задача сегментации облаков на снимках ДЗЗ с помощью алгоритмов глубокого обучения

Обнаружение облаков на спутниковых изображениях является важным первым шагом во многих приложениях дистанционного зондирования. В [7] была использована архитектура ResNet, чтобы отличать дым от похожих объектов (облака, пыль, дымка) на 6225 спутниковых изображениях со спутников Aqua и Terra. Для создания собственных алгоритмов и моделей глубокого обучения можно использовать открытый набор данных 38-clouds-segmentation [8].

## 2. БИБЛИОТЕКА ИНФЕРЕНСА МОДЕЛЕЙ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ OPENVINO

Библиотека Intel® Distribution of OpenVINO™ Toolkit разработана для повышения производительности моделей глубокого обучения при помощи оптимизации моделей встроенным оптимизатором и использованием доступного аппаратного ускорения вычислений [9]. Ускорение инференса моделей обеспечивается за счет анализа и оптимизации вычислительного графа, эффективного планирования обработки и векторизации данных, а также различных методов сжатия глубокой

модели. Библиотека Intel® Distribution of OpenVINO™ Toolkit ориентирована на разработку кросс-платформенных приложений для решения проблем компьютерного зрения и уделяет большое внимание оптимизации производительности при обработке изображений. OpenVINO имеет небольшое количество зависимостей, что облегчает интеграцию OpenVINO с существующим программным обеспечением.

### 3. РАЗРАБОТКА СЕРВИСА СЕГМЕНТАЦИИ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ LANDSAT-8

Данный сервис находится в стадии разработки. Исходный код всех модулей доступен на Github [10]. Сервис обладает модульной структурой, список модулей представлен ниже.

#### А. Выбор области получения данных

Для выбора области, на которой требуется сегментировать пожары, разработано графическое окно с внедренной картой `openstreetmap`, с помощью которой можно найти интересующую точку на карте. Для внедрения карты в приложение использована библиотека `leaflet`.

#### Б. Получение данных Landsat-8

Для получения снимков Landsat-8 можно воспользоваться Python пакетом `landsatxplore`, которые предоставляет интерфейс к portalу `EarthExplorer` для поиска и загрузки сцен Landsat Collections через интерфейс командной строки. Поиск данных в базе можно производить по координатам широты и долготы, временному промежутку, уровню облачности снимка.

#### В. Сегментация данных при помощи модели в формате OpenVINO

Сегментация данных в программе происходит с помощью модели, основанной на архитектуре UNet [4] (рисунок 1). Модели глубокого обучения являются вычислительно затратными, поэтому актуальным вопросом помимо качества работы является вопрос производительности решения.



Рис. 1. Снимок пожара со спутника Landsat-8 и результат сегментации [4]

Для измерения производительности используется модуль `DL Workbench`. Данный модуль позволяет проводить эксперименты по варьированию параметров запуска (количество потоков данных, обрабатываемых независимо; размер пачки данных, обрабатываемых одновременно; использование типа данных половинной точности). В таблице I представлены данные о производительности модели в различных режимах работы на CPU Intel i5 10600 (6 ядер 12 потоков 3.3GHz). Наилучшей производительностью обладает конфигурация, когда число параллельно работающих потоков равно числу физических ядер процессора, в

таком режиме каждое вычисления над одной пачкой не распараллеливаются на несколько ядер, а производятся на одном ядре.

Таблица I. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ МОДЕЛЕЙ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФРЕЙМВОРКА OPENVINO

Размер пачки	Количество потоков	Тип весов	FPS, кадров в сек	Тип весов	FPS, кадров в сек
1	1	FP16	4.83	FP32	4.88
1	2	FP16	5.26	FP32	5.30
1	6	FP16	<b>5.94</b>	FP32	<b>5.91</b>
2	1	FP16	4.38	FP32	4.41
2	2	FP16	5.35	FP32	5.34
2	6	FP16	<b>5.93</b>	FP32	<b>5.90</b>
4	1	FP16	4.32	FP32	4.28
4	2	FP16	5.48	FP32	5.38
4	6	FP16	<b>5.92</b>	FP32	<b>5.90</b>

### 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования разработано программное приложение для автоматической сегментации природных пожаров и облаков по данным Landsat-8 с помощью инструмента `OpenVINO`. Отличительной особенностью приложения является использование моделей глубокого обучения для решения задачи анализа данных ДЗЗ. Приведены результаты анализа производительности в задаче. Исходный код приложения выложен в открытый доступ на Github [10].

#### БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена при поддержке компании Intel.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Lachinov, D.A. Glioma Segmentation with Cascaded UNet / D.A. Lachinov, E.P. Vasilyev, V.E. Turlapov // Brainlesion: Glioma, Multiple Sclerosis, Stroke and Traumatic Brain Injuries. BrainLes 2018 // LNCS. – 2019. – Vol. 11384. – P. 189-198.
- [2] Rethinking atrous convolution for semantic image segmentation [Electronic resource]. — Access mode: <https://arxiv.org/abs/1706.05587> (7.03.2022).
- [3] Sun, G. Robotic grasping using semantic segmentation and primitive geometric model based 3d pose estimation / G. Sun, H. Lin // IEEE/SICE International Symposium on System Integration. – 2020. – P. 337-342.
- [4] Pereira, G.H. Active fire detection in Landsat-8 imagery: A large-scale dataset and a deep-learning study / G.H. Pereira, A.M. Fusioka, N.B. Tomoyuki, R. Minetto // ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. – 2021. – Vol. 178. – P. 171-186.
- [5] Gargiulo, M. A CNN-Based Super-Resolution Technique for Active Fire Detection on Sentinel-2 Data / M. Gargiulo, D. Iodice, D. Riccio, G. Ruello // Photonics Electromagnetics Research Symposium. – 2019. – P. 418-426.
- [6] Active Fire Detection in Landsat-8 Imagery: a Large-Scale Dataset and a Deep-Learning Study [Electronic resource]. — Access mode: <https://github.com/pereira-gha/activefire> (7.03.2022).
- [7] Ba, R. SmokeNet: Satellite Smoke Scene Detection Using Convolutional Neural Network with Spatial and Channel-Wise Attention / R. Ba, C. Chen, J. Yuan // Remote Sensing. – 2019. – Vol. 11(14). – P. 1-22.
- [8] 38-Cloud: A Cloud Segmentation Dataset [Electronic resource]. — Access mode: <https://github.com/SorourMo/38-Cloud-A-Cloud-Segmentation-Dataset> (7.03.2022).
- [9] Intel® Distribution of OpenVINO™ toolkit [Electronic resource]. — Access mode: <https://docs.openvino.ai/latest/index.html> (7.03.2022).
- [10] Satellite images processing [Electronic resource]. — Access mode: [https://github.com/itlab-vision/satellite\\_images\\_processing/](https://github.com/itlab-vision/satellite_images_processing/) (7.03.2022).