

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`, который 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 | 5.94 | FP32 | 5.91 |
| 2 | 1 | FP16 | 4.38 | FP32 | 4.41 |
| 2 | 2 | FP16 | 5.35 | FP32 | 5.34 |
| 2 | 6 | FP16 | 5.93 | FP32 | 5.90 |
| 4 | 1 | FP16 | 4.32 | FP32 | 4.28 |
| 4 | 2 | FP16 | 5.48 | FP32 | 5.38 |
| 4 | 6 | FP16 | 5.92 | FP32 | 5.90 |

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/ (7.03.2022).