

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ГИС-ИНСТРУМЕНТОВ С ОТКРЫТЫМ КОДОМ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ДОРОГ

Е. С. Подольская^{1,2}, А. Д. Кокуркин²,

¹ Кандидат технических наук, Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов
(ЦЭПЛ РАН), Москва, Россия

² МИРЭА - Российский технологический университет (РТУ МИРЭА), Москва, Россия
e-mail: ekaterina.podolskaia@gmail.com

Введение

Актуальность темы



- Распознавание дорог по снимках разного типа продолжает оставаться актуальной темой в широком спектре тематических проектов.
- Для лесного хозяйства и регионального лесного транспортного моделирования наземного доступа к лесным пожарам и ресурсам леса особое значение имеют дороги без твердого покрытия, к которым относятся лесные дороги, преимущественно отсутствующие в мировых базах данных (таких как Open Data OSM, например).
- Общеизвестно, что качество и актуальность имеющихся в свободном доступе наборов данных зависит от континента, страны и региона. Инструменты с открытым кодом и актуальные космические снимки высокого и сверхвысокого разрешения позволяют актуализировать данные по дорогам.

Цель и задачи работы

Цель работы состоит в изучении возможностей ГИС-инструментов с открытым кодом для распознавания дорог разных классов на примере нескольких тестовых территорий населенных пунктов и их окрестностей в Красноярском крае, одном из центров современного лесного хозяйства и лесной промышленности и обладающего значительной неравномерностью развития инфраструктуры дорог.

Для реализации поставленной цели сформулированы следующие задачи:

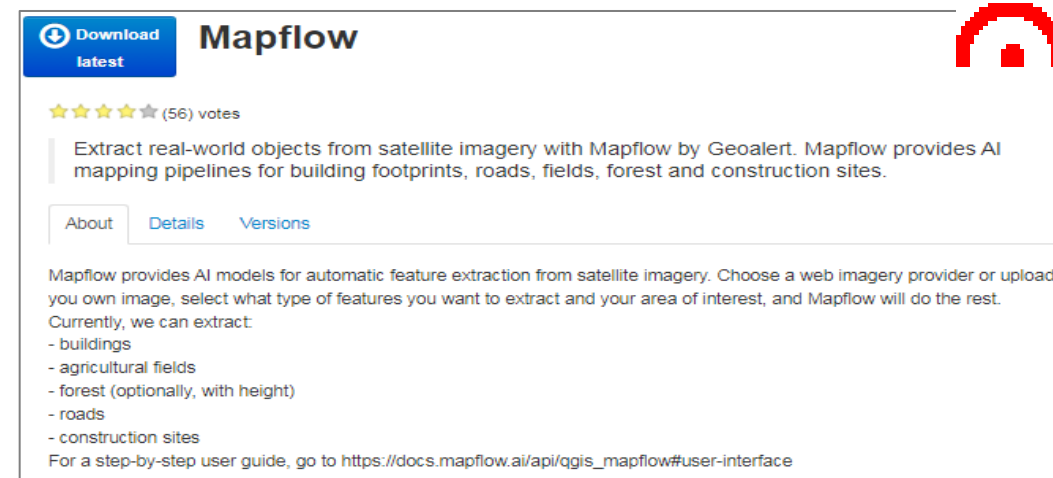
- дать характеристику опыту использования плагина Open Source MapFlow для распознавания дорог на примере территорий в Ермаковском лесничестве Красноярского края,
- дать обзор плагинов и инструментов распознавания дорог в QGIS в проекте регионального транспортного моделирования наземного доступа к лесным пожарам и ресурсам леса.

Плагин Open Source QGIS MapFlow как инструмент для распознавания дорог

- Распознавание дорог было проведено с использованием плагина MapFlow (<https://plugins.qgis.org/plugins/mapflow/>) в программном обеспечении с открытым кодом Open Source QGIS, актуальная версия от 12.06.2023 г. MapFlow для QGIS является одним из используемых и популярных по данным библиотеки «открытых» инструментов для геоинформатики (<https://plugins.qgis.org/>) плагинов тематики искусственного интеллекта.

- Согласно документации, обучение модели сегментации дорог выполнено преимущественно для сельской местности по данным из космоса уровня пространственного разрешения порядка 0.3 - 0.5 м с использованием улучшения связности отдельных сегментов дороги (https://ru.docs.mapflow.ai/userguides/models_changelog/index.html#id9).

- Для тестов выбраны территории трех типичных (различных по типам дорог, внутренней планировке и наличию подъездов по дорогам) населенных пунктов Ермаковского лесничества Красноярского края. Была использована демо-версия плагина, имеющая ограничения по площади обработки территории.



Download latest **Mapflow**

★★★★★ (56) votes

Extract real-world objects from satellite imagery with Mapflow by Geoalert. Mapflow provides AI mapping pipelines for building footprints, roads, fields, forest and construction sites.

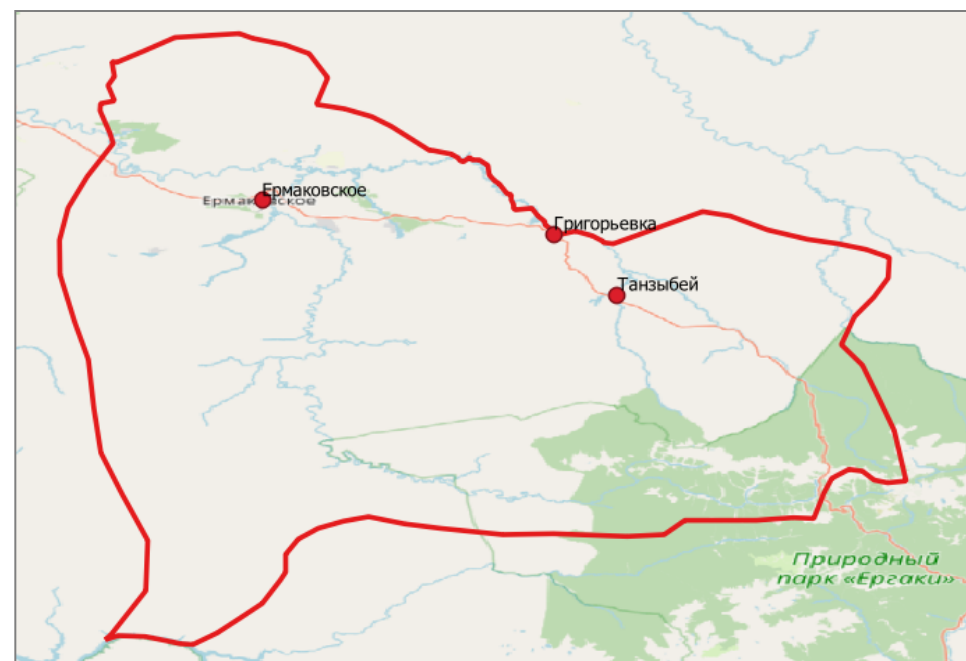
About Details Versions

Mapflow provides AI models for automatic feature extraction from satellite imagery. Choose a web imagery provider or upload your own image, select what type of features you want to extract and your area of interest, and Mapflow will do the rest. Currently, we can extract:

- buildings
- agricultural fields
- forest (optionally, with height)
- roads
- construction sites

For a step-by-step user guide, go to https://docs.mapflow.ai/api/qgis_mapflow#user-interface

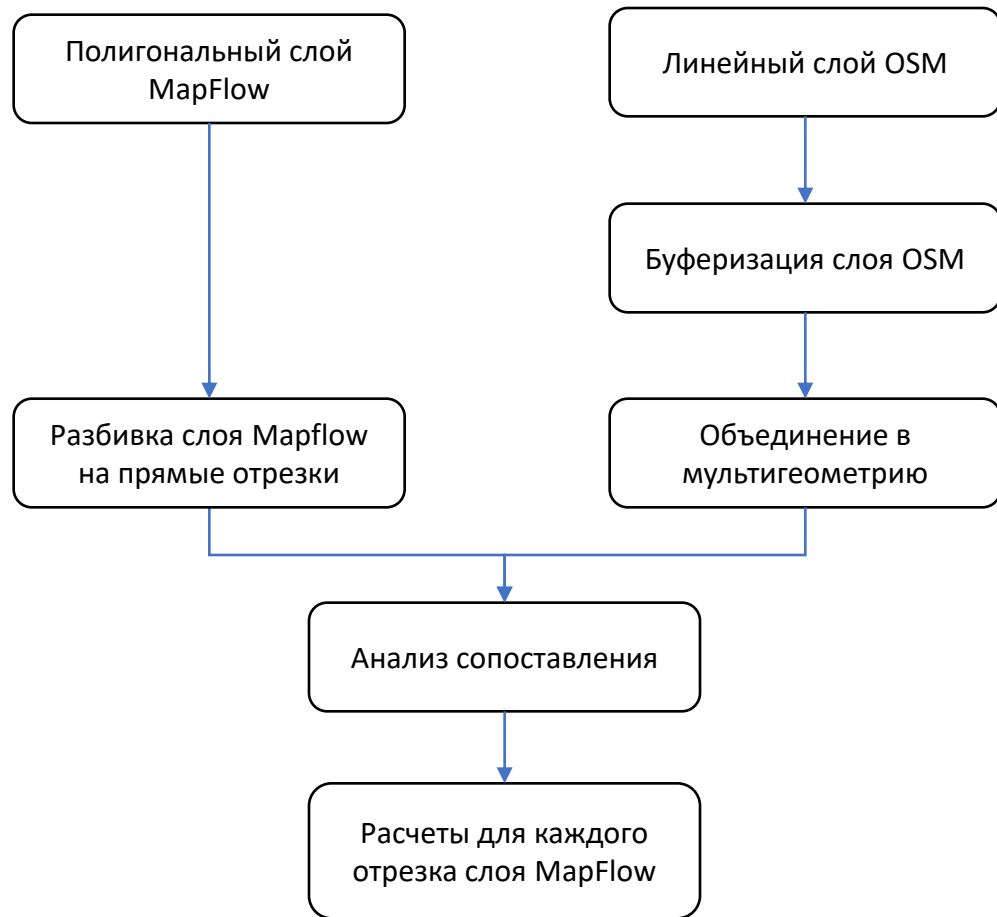
Ермаковское лесничество (Красноярский край) как тестовая территория



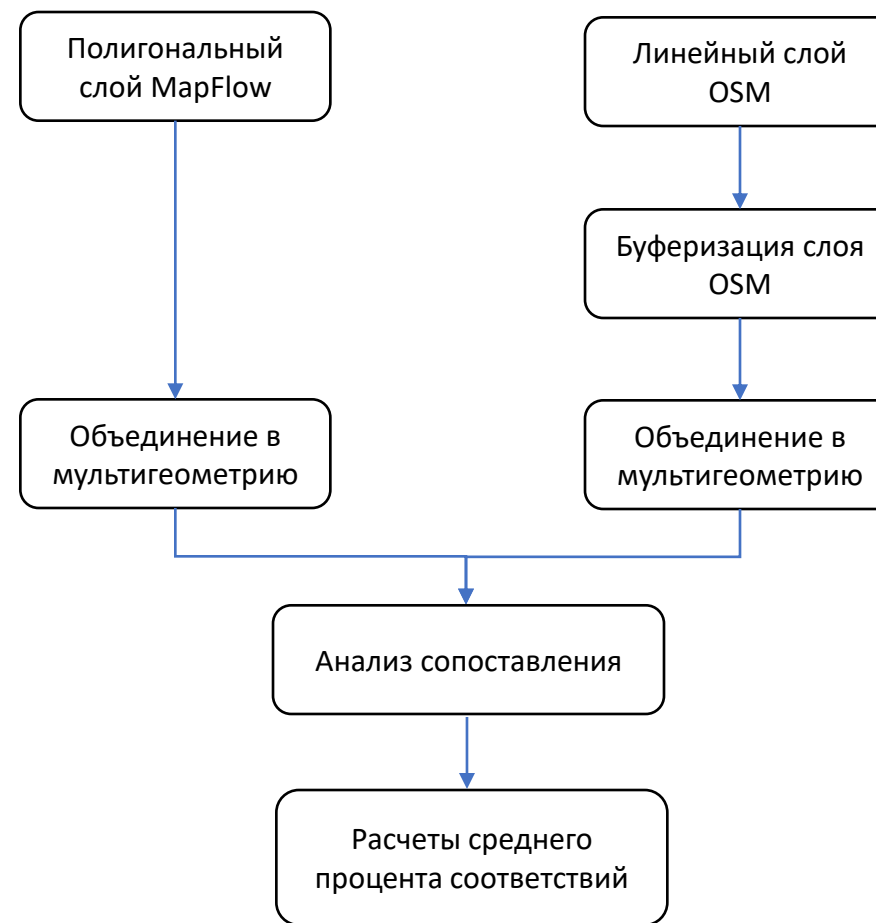
**Территории
выбора
в Ермаковском
лесничестве
с типичной
инфраструктурной
нагрузкой дорог
разного типа**

Методика сопоставления данных по дорогам (MapFlow VS Open Street Map)

Для расчетов по каждому отдельному отрезку дороги и визуализации результата на карте:



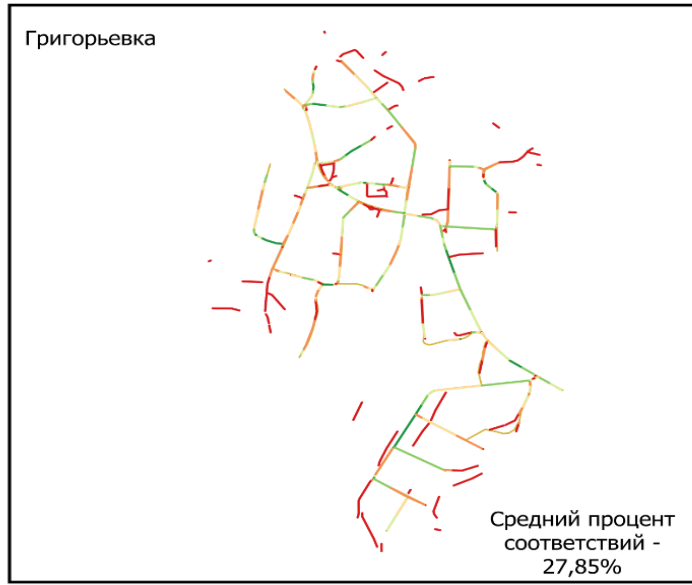
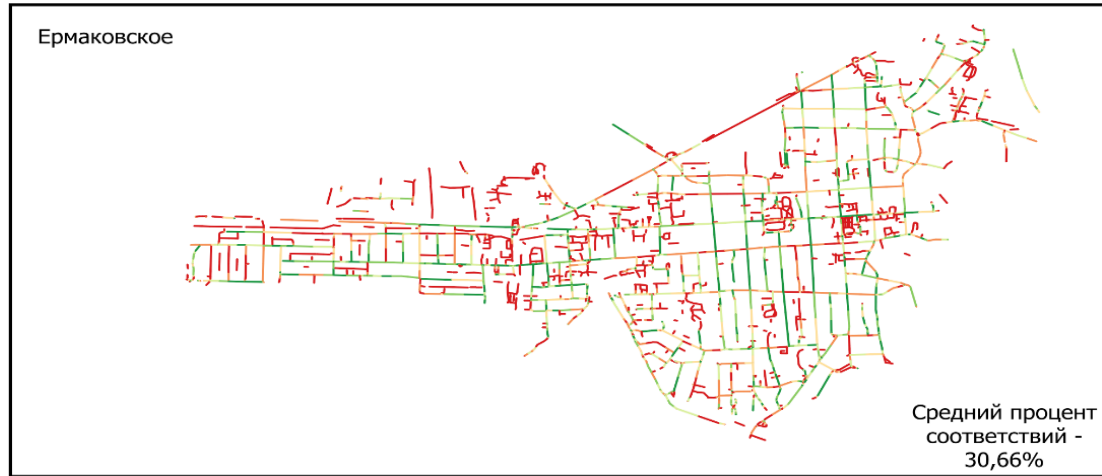
Для расчета среднего процента совпадений:



Open Street Map как референчный слой векторной геометрии дорог

Результаты сопоставления геометрии дорог для тестовых территорий (1)

Совпадения дорог, сгенерированных MapFlow по снимкам Mapbox и дорог проекта OSM. Буфер слоя OSM 1.5 м

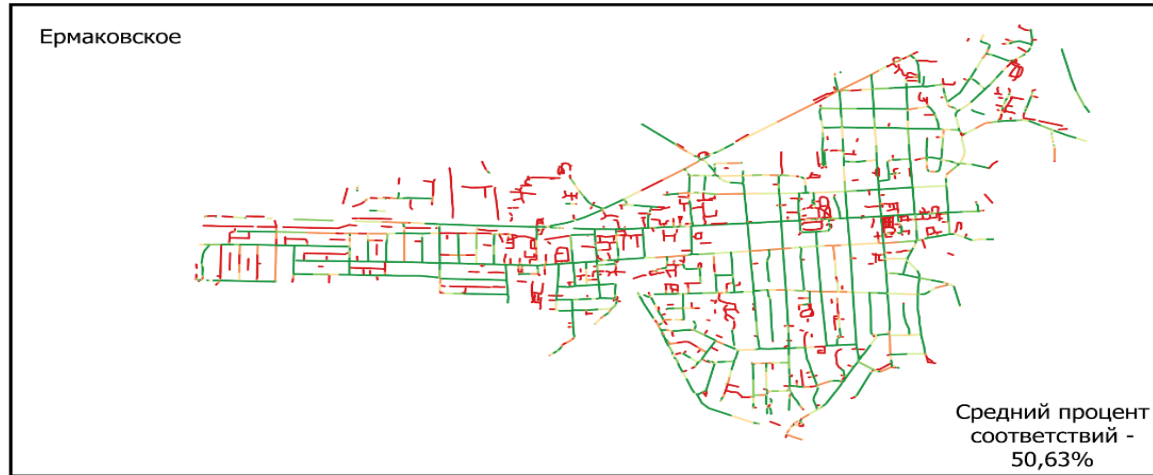


- Процент соответствий
- 0
 - 1- 20
 - 21 - 40
 - 41 - 60
 - 61 - 80
 - 81 - 100

Для населенного пункта Ермаковское средний процент соответствий геометрии дорог, сгенерированных MapFlow по снимкам MapBox, и данных по дорогам проекта OSM с буфером 1.5 м равен 30,66%, для Григорьевки - 27,85%, для Танзыбея – 34,75%.

Результаты сопоставления геометрии дорог для тестовых территорий (2)

Совпадения дорог, сгенерированных MapFlow по снимкам Mapbox и дорог проекта OSM. Буфер слоя OSM 3 м



Процент соответствий

- 0
- 1- 20
- 21 - 40
- 41 - 60
- 61 - 80
- 81 - 100

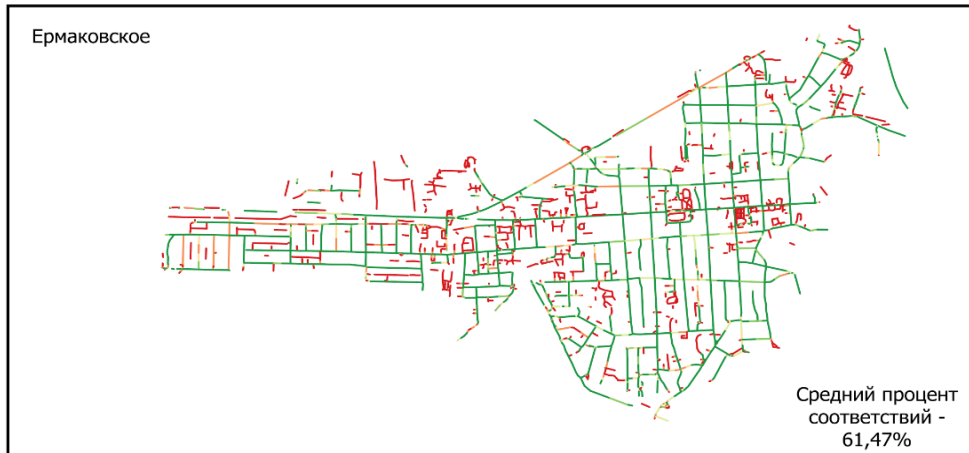


Процент соответствий увеличивается при буфере слоя OSM 3 метра.

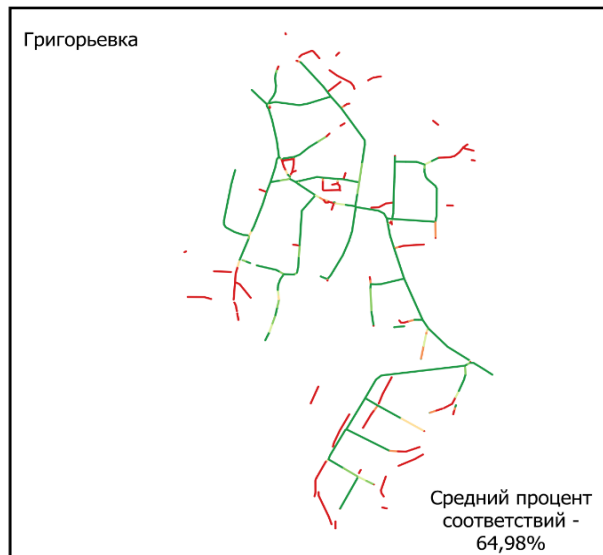
(Ермаковское – на 19,97%, Григорьевка – на 24,19%, Танзыбай – на 25,76%)

Результаты сопоставления геометрии дорог для тестовых территорий (3)

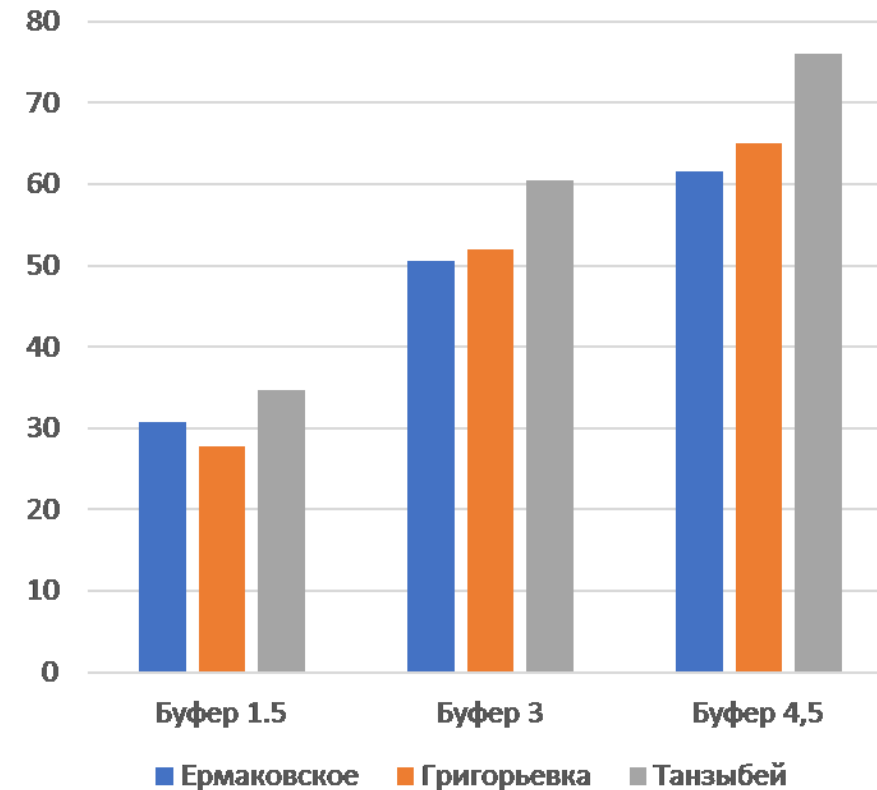
Совпадения дорог, сгенерированных MapFlow по снимкам Mapbox и дорог проекта OSM. Буфер слоя OSM 4.5 м



- Процент соответствий
- 0
 - 1- 20
 - 21 - 40
 - 41 - 60
 - 61 - 80
 - 81 - 100



Совпадения дорог (MapFlow VS Open Street Map), %



Диапазон различий 27.8 – 76.0 %

Плагин Open Source QGIS Deep Neural Remote Sensing для распознавания дорог



- плагин QGIS Deepness, или **Deep Neural Remote Sensing**, позволяющий получить в QGIS векторные или растровые результаты распознавания заранее обученной модели (<https://plugins.qgis.org/plugins/deepness/>)

Deepness: Deep Neural Remote Sensing

★★★★★ (51) votes

Inference of deep neural network models (ONNX) for segmentation, detection and regression

About Details Versions

Deepness plugin allows to easily perform segmentation, detection and regression on raster ortophotos with custom ONNX Neural Network models, bringing the power of deep learning to casual users.

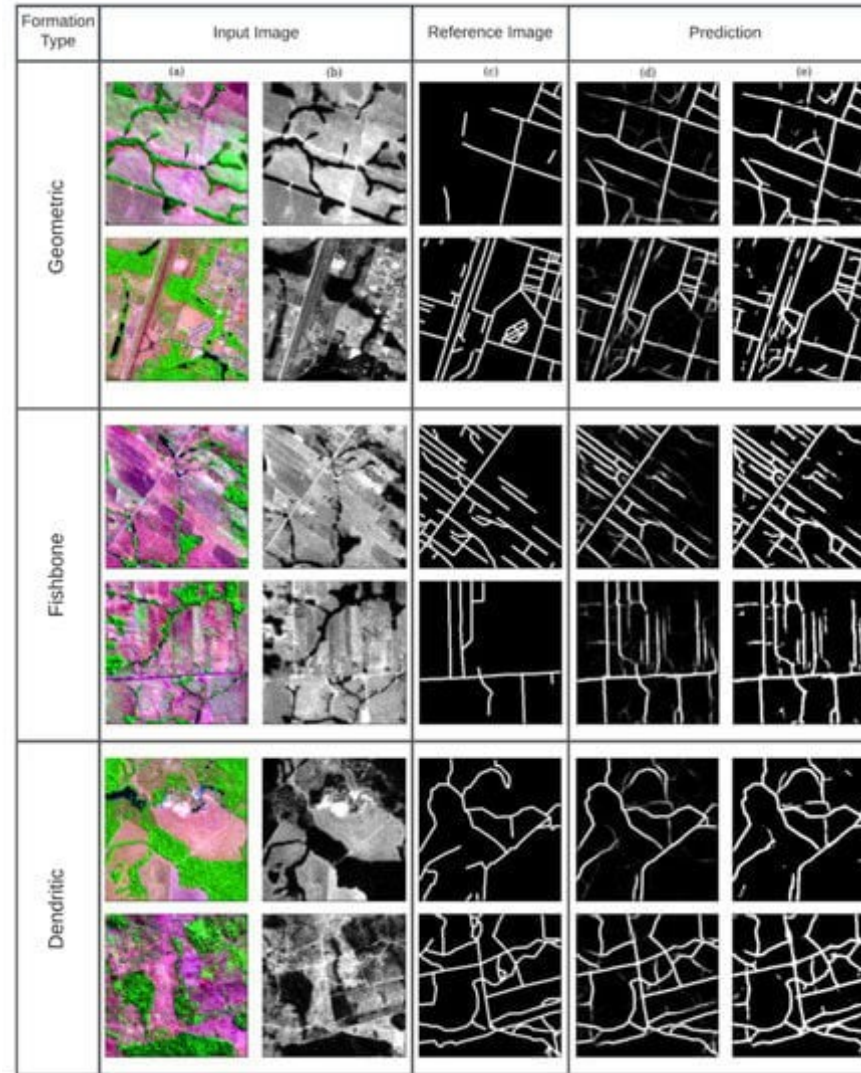
Features highlights:

- processing any raster layer (custom ortophoto from file or layers from online providers, e.g Google Satellite)
- limiting processing range to predefined area (visible part or area defined by vector layer polygons)
- common types of models are supported: segmentation, regression, detection
- integration with layers (both for input data and model output layers). Once an output layer is created, it can be saved as a file manually
- model ZOO under development (planes detection on Bing Aerial, Corn field damage, Oil Storage tanks detection, cars detection, ...)
- training data Export Tool - exporting raster and mask as small tiles
- parametrization of the processing for advanced users (spatial resolution, overlap, postprocessing)

Plugin requires external python packages to be installed. After the first plugin startup, a Dialog will show, to assist in this process. Please visit plugin the documentation for details.

- Как пример работы плагина модель из коллекции Model ZOO (<https://modelzoo.co>) в формате ONNX, которая идентифицирует асфальтированные автомобильные дороги по снимкам Google Earth.

*Comparison between
the reference data and the
predicted roads
with the U-Net model*



Референц

Amazon Road Dataset (ARD) from Landsat imagery

Данные и инструменты обработки

Brazilian Amazon using Sentinel-2 (10m resolution) imagery from 2020 in the Azure Planetary Computer platform

Результаты распознавания

recall and precision accuracy using an independent ARD dataset, obtaining 65% and 71%, respectively.

Botelho J. Jr., Costa S. C. P., Ribeiro J. G., Souza C. M. Jr. Mapping roads in the Brazilian Amazon with Artificial Intelligence and Sentinel-2 // Remote Sensing. 2022. N 14. P. 3625. <https://doi.org/10.3390/rs14153625>

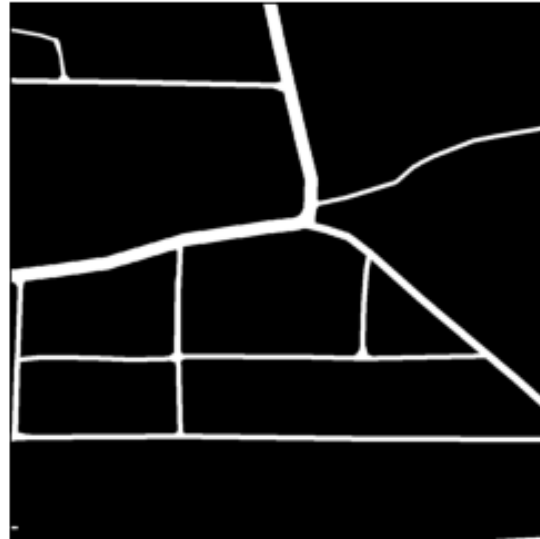
Нейросети в системе Kaggle для распознавания дорог

В Kaggle (<https://www.kaggle.com/>) для лесных дорог используются следующие архитектуры семантического сегментирования: DeepLabv3 и DeepLabv3+ с модулем декодера для уточнения результатов (<https://www.kaggle.com/code/balraj98/road-extraction-from-satellite-images-deeplabv3>).

Original Image



Ground Truth Mask



Predicted Mask



Pred Road Heatmap



Данные

50cm pixel resolution, collected by DigitalGlobe's satellite

- Полученные результаты распознавания при помощи плагина MapFlow могут служить дополнительными данными по дорогам для регионального проекта лесного транспортного моделирования, а также применяться в других инфраструктурных проектах, требующих актуальных данных по дорогам.
- В настоящее время Open Source-инструменты распознавания дорог предназначены в основном для дешифрирования улиц в планировке населенных пунктов.
- Необходима референсная основа сопоставления результатов распознавания. **OSM?**
- Результаты распознавания геометрии и типов покрытия дорог могут быть систематизированы в виде датасетов региональных проектов.

Благодарности. Статья является частью разработок по региональному лесному транспортному моделированию наземного доступа к лесным пожарам и ресурсам леса Лаборатории мониторинга лесных экосистем ЦЭПЛ РАН. Работа выполнена в рамках темы Государственного задания «Методические подходы к оценке структурной организации и функционирования лесных экосистем», регистрационный номер № 121121600118-8.

1. Подольская Е. С. Использование данных дистанционного зондирования Земли из космоса для распознавания изображения дорог в лесном хозяйстве // Вопросы лесной науки. 2022. Т. 5. № 4. С. 1–21. DOI 10.31509/2658-607x-202252-115
2. Abdollahi A., Pradhan B., Alamri A. RoadVecNet: a new approach for simultaneous road network segmentation and vectorization from aerial and google earth imagery in a complex urban set-up // GIScience & Remote Sensing, 2021. 58:7. pp. 1151-1174. DOI: 10.1080/15481603.2021.1972713
3. Орлов В. А. Автоматизированное распознавание лесных дорог по космическим снимкам // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2006. № 14. С. 1–4.
4. Подольская Е. С. Обзор плагинов Open Source QGIS для лесной отрасли // Вопросы лесной науки. 2021. Т. 4. № 2. С. 1–11. DOI 10.31509/2658-607x-202142-1.
5. Botelho J. Jr., Costa S. C. P., Ribeiro J. G., Souza C. M. Jr. Mapping roads in the Brazilian Amazon with Artificial Intelligence and Sentinel-2 // Remote Sensing. 2022. N 14. P. 3625. <https://doi.org/10.3390/rs14153625>
6. Подольская Е. С. Обзор опыта решения задач транспортного моделирования в лесном хозяйстве // Вопросы лесной науки. 2021. Т. 4. № 4. С. 1–32. DOI 10.31509/2658-607x-2021-44-92.
7. Подольская Е. С. Сезонность дорог в транспортном моделировании ГИС-проекта лесного хозяйства // Фундаментальные, поисковые, прикладные исследования и инновационные проекты: сборник трудов Национальной научно-практической конференции / под. ред. С. У. Увайсова. Москва: РТУ МИРЭА, 2022. С. 267–271.
8. Podolskaia E. S. Open geodata and Open Source GIS in the Center for Forest Ecology and Productivity of the Russian Academy of Sciences (CEPF RAS) // Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLVI-4/W2-2021, 123–125, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVI-4-W2-2021-123-2021>, 2021.

Лаборатория мониторинга лесных экосистем
ЦЭПЛ РАН, Москва, Россия

Моделирование наземного доступа к лесным
пожарам и ресурсам леса

<http://cepl.rssi.ru/transport-modeling/>