

Филянин Никита Сергеевич, магистрант,
Калужский филиал федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)», Калуга

Белов Юрий Сергеевич, к.ф.-м.н., доц.,
Калужский филиал федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)», Калуга

ОБНАРУЖЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ДЕРЕВЬЕВ ПО МНГОВИДОВЫМ СПУТНИКОВЫМ ИЗГБРАЖЕНИЯМ

Аннотация: Обнаружение отдельных деревьев играет ключевую роль в мониторинге и инвентаризации лесов. В этой работе рассматривается метод использования многосвидовых спутниковых изображений для обнаружения отдельных деревьев и очерчивания их крон. В отличие от предыдущих подходов, использующих только спектральную информацию, здесь создается цифровая модель поверхности (DSM) из многосвидовых изображений высокого разрешения и объединяется с этой спектральной информацией.

Ключевые слова: Распознавание, спутниковые снимки

1. Введение

Детальная информация на уровне отдельных деревьев (например, количество, размер кроны) важна для оценки состояния лесов. Хотя 2D-изображения с высоким разрешением широко применяются, извлечение информации о каждом дереве затруднено из-за ограниченной детализации.

Использование 3D-данных (например, LiDAR) даёт более точные результаты, но такие данные дороги и редко доступны. К тому же, многим 3D-наблюдениям не хватает спектральной информации (например, NDVI). В этой статье предлагается комбинировать преимущества 2D и 3D-данных, используя многосвидовые спутниковые изображения для построения DSM и извлечения характеристик деревьев [1].

2. Область исследования и данные

Исследование проводится на участках трех разных типов (рис.1):

- А: редколесье, 0.1 км²;
- В: густой лес, 0.15 км²;
- С: городская застройка с растительностью, 0.1 км².



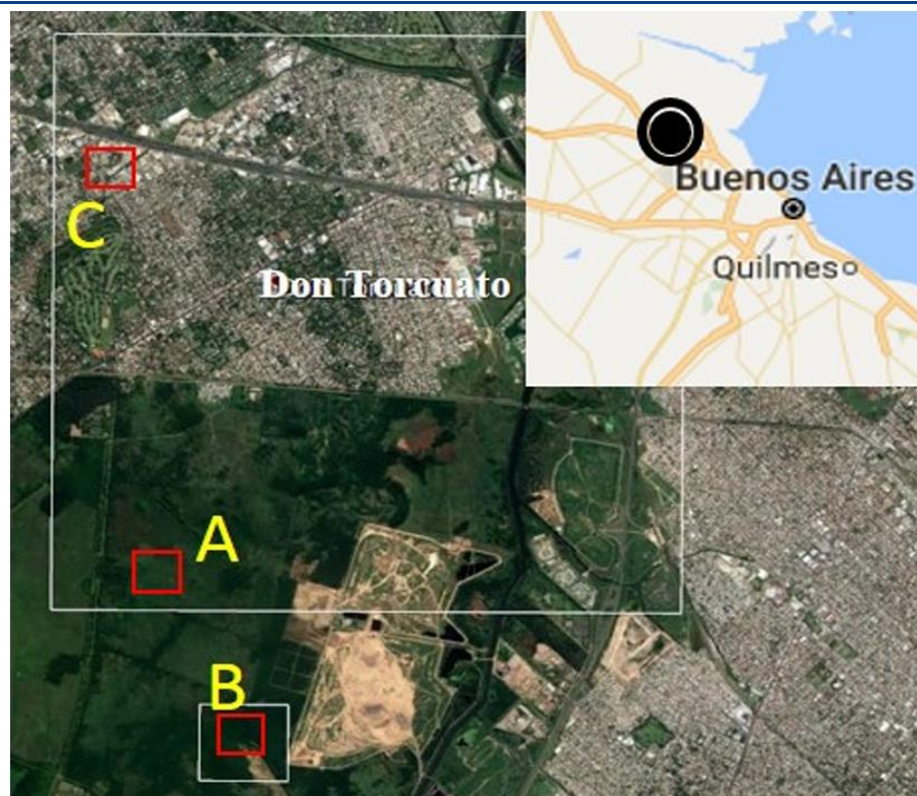


Рис.1. Красными прямоугольниками обозначены три площадки для тестирования.

Использовались снимки со спутников WorldView-2/3 (разрешение ~ 0.3 м), предоставленные JHUAPL. Для получения DSM применена автоматическая обработка, основанная на иерархическом полуглобальном сопоставлении [2].

3. Методология

Метод включает три основные стадии [3,4]:

1. Выделение растительности и рельефа – $NDVI > 0.3$, рельеф определяется эвристически через опорные точки;
2. Обнаружение вершин деревьев – top-hat операция, фильтрация по высоте и подавление немаксимумов (allometric equation);
3. Очерчивание крон – суперпиксельная сегментация, основанная на сходстве по 2D и 3D признакам, исключение аномалий.

4. Эксперименты и результаты

Метод протестирован на трёх участках. Основные метрики: точность обнаружения (DA), ошибки включения (есом), ошибки пропуска (еом), точность очерчивания крон (CA).

Результаты делинирования трех тестовых площадок представлены на рис.2. Слева находится слабо лесистая зона, посередине – густо лесистая зона, а справа – городская зона. Верхний ряд показывает ортофотоплан, наложенный на ЦМР. Нижний ряд – это результаты обнаружения:

- Редкий лес: DA = 0.86, есом = 0.19, еом = 0.14, CA = 0.67;
- Густой лес: DA = 0.86, есом = 0.33, еом = 0.15, CA = 0.60;
- Город: DA = 0.60, есом = 0.35, еом = 0.49, CA = 0.60.



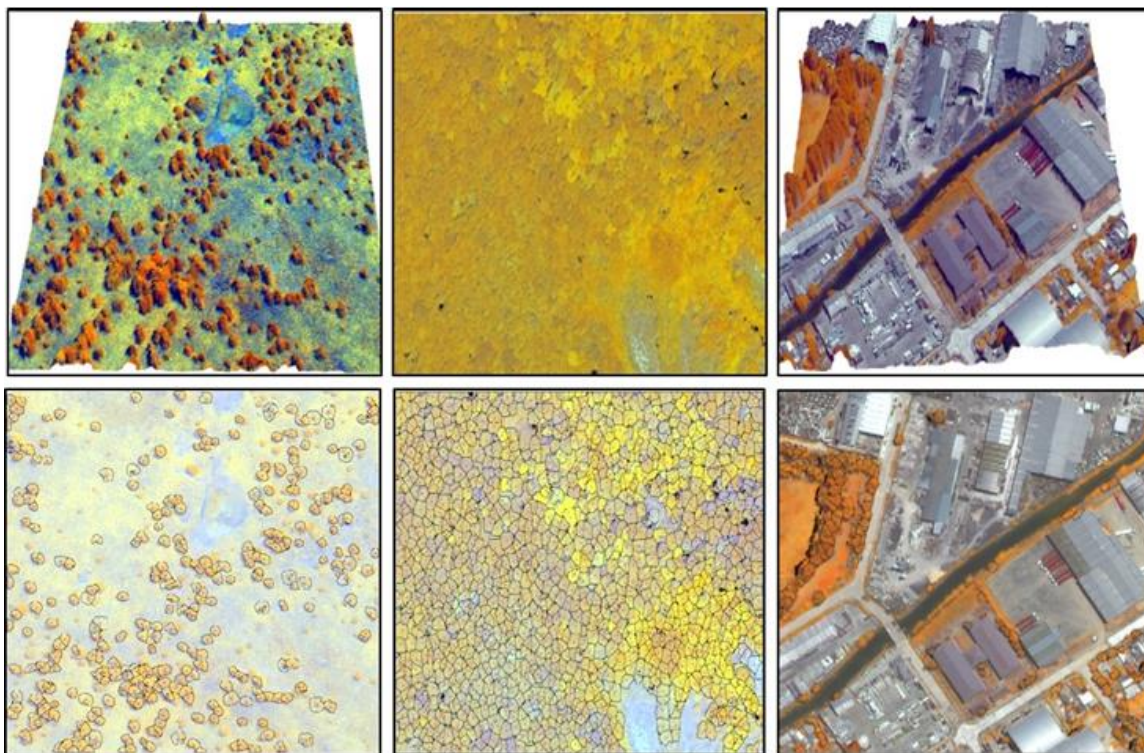


Рис.2. Результаты тестирования метода на выбранных участках

Наилучшие результаты получены в редком лесу. В густом лесу ошибки выше из-за наложения крон. В городе метод показал приемлемую точность несмотря на сложный рельеф.

5. Заключение

Предложенный метод успешно объединяет спектральную и геометрическую информацию из многовидовых спутниковых изображений для обнаружения отдельных деревьев. Он показывает высокую точность даже в сложных условиях.

Однако густые леса и гетерогенные ландшафты остаются сложными для точного очерчивания крон. Для улучшения качества предлагается использование шаблонов деревьев в 2D и 3D, адаптируемых под данные.

Список литературы:

1. Weinmann, M. INDIVIDUAL TREE DETECTION FROM UAV-LIDAR DATA IN A MIXED SPECIES WOODLAND / M. Weinmann, B. Kummerle, S. Fonteijn, J. Hinz // [Б. м.], 2019. – URL:

https://www.academia.edu/39781242/INDIVIDUAL_TREE_DETECTION_FROM_UAV_LIDAR_DATA_IN_A_MIXED_SPECIES_WOODLAND (дата обращения: 05.01.2025). – Текст: электронный.

2. Dalponte, M. A Neural-Based Hierarchical Approach for Detailed Dominant Forest Species Classification by Multispectral Satellite Imagery / M. Dalponte, L. Frizzera, F. признаков // IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing. – 2020. – Vol. 13. – P. 2256-2266. – DOI: 10.1109/JSTARS.2020.2993035. – URL:

<https://ieeexplore.ieee.org/document/9098775> (дата обращения: 01.04.2025). – Текст: электронный.



3. Lumnitz, S. Deep Learning Based Semantic Segmentation for Individual Tree Extraction from ALS Point Clouds in Urban Areas / S. Lumnitz, J. Rosinskaya, U. Weier // Remote Sensing. – 2019. – Vol. 11, No. 8. – P. 908. – DOI: 10.3390/rs11080908. – URL: <https://www.mdpi.com/2072-4292/11/8/908> (дата обращения: 20.02.2025). – Текст: электронный.

4. Individual tree detection and segmentation. – URL: <https://r-lidar.github.io/lidRbook/itd.html> (дата обращения: 01.05.2025). – Текст: электронный.

