

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО И ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ В ЗАДАЧАХ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ЛЕСНОГО ПОКРОВА

Н.Г.Марков, д.т.н., проф. ОИТ ИШИТР,
К.А.Маслов, студент гр. 8ИМ92
Томский политехнический университет
E-mail: kam20@tpu.ru

Введение

Область применения методов машинного и глубокого обучения значительно расширилась за последние годы. В частности, такие методы применяют в области дистанционного зондирования при анализе аэрокосмических снимков земной поверхности. В данной работе рассматривается задача семантической сегментации полученных с беспилотного летательного аппарата изображений пихтовых насаждений, поврежденных уссурийским полиграфом [1]. Распознавалось четыре класса деревьев: «живые», «отмирающие», «свежий сухостой» и «старый сухостой».

Алгоритмы и методы

Для решения поставленной задачи были использованы полносверточные сети структуры типа энкодер-декодер U-Net [2] и SegNet [3] с внесенными в них модификациями: добавленными слоями регуляризации, измененными функциями активации и другими размерами тензоров. Архитектуры предлагаемых модификаций нейронных сетей представлены на рисунке 1. Также в данной работе применялся алгоритм градиентного бустинга, техника построения ансамблевых моделей на базе деревьев решений, с использованием признаков Харалика [4].

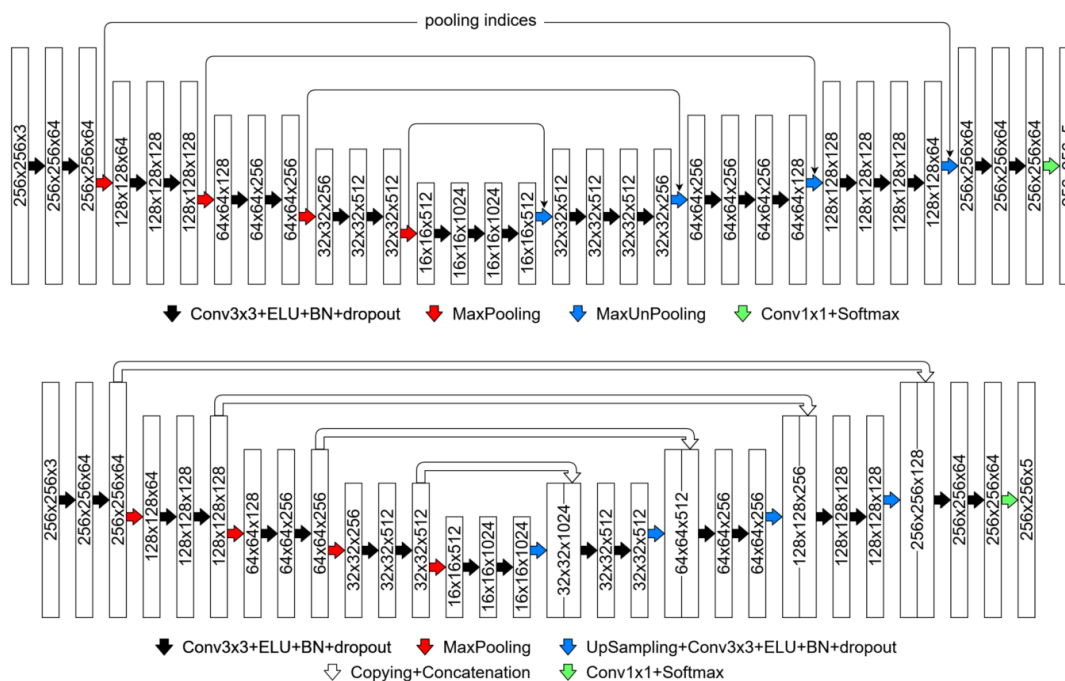


Рис. 1. Модифицированные архитектуры SegNet (сверху) и U-Net (снизу).

В целях расширения обучающей выборки и улучшения обобщающей способности нейронных сетей использовалась аугментация данных: случайные отражения вдоль горизонтальной оси, изменения яркости, контраста и масштаба. Отдельно рассматривалась нейронная сеть U-Net, обученная с использованием эластических деформаций изображений в обучающей выборке. Для подбора весовых коэффициентов нейронных сетей максимизировался усредненный коэффициент Жаккара (mIoU), рассчитываемый по ожидаемому и действительному выходу сети. В выражение для расчета mIoU вводились дополнительные параметры с целью устранения имеющейся точки сингулярности и сглаживания меток классов.

Для подбора гиперпараметров указанных методов и алгоритмов использовался подход байесовской оптимизации: значения гиперпараметров выбирались из регрессионной модели

(гауссовский процесс), построенной по данным предыдущих наборов гиперпараметров, с целью максимизации ожидаемого значения mIoU на валидационных данных.

Результаты сегментации

Результаты сегментации тестового участка пихтовых насаждений представлены на рисунке 2.

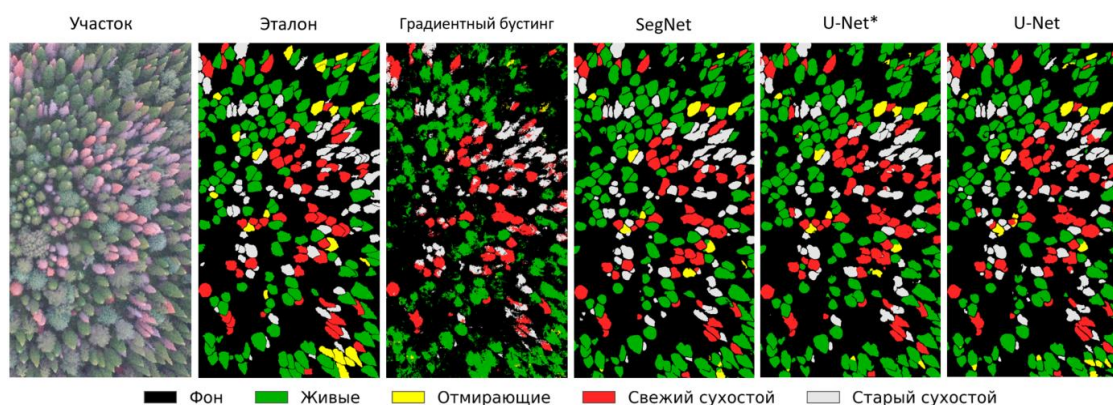


Рис. 2. Результаты сегментации тестового участка. *С эластическими деформациями.

Для численной оценки результатов использовались метрики коэффициент Жаккара (IoU) и усредненный коэффициент Жаккара, определяемые как $IoU_c = TP_c / (TP_c + FP_c + FN_c)$ и $mIoU = (IoU_1 + IoU_2 + \dots + IoU_C) / C$, где TP_c , FP_c , FN_c обозначают, соответственно, количество истинно-положительных, ложно-положительных, ложно-отрицательных решений для класса c , C – количество классов. Значения метрик представлены в таблице 1.

Таблица 1. Значения метрик для различных методов и классов

Метод	<i>IoU</i>					<i>mIoU</i>	
	Фон	Живые	Отмирающие	Свежий сухой	Старый сухой	Валидация	Тест
Градиентный бустинг	0,76	0,53	0,05	0,62	0,50	n/a	0,49
SegNet	0,85	0,74	0,38	0,75	0,67	0,64	0,67
U-Net (с эластическими деформациями)	0,86	0,76	0,34	0,74	0,63	0,71	0,67
U-Net	0,86	0,76	0,42	0,75	0,69	0,64	0,69

Заключение

В результате был предложен ряд моделей, успешно классифицирующих ($IoU > 0,5$) пиксели класса «фон» и всех классов деревьев пихты, кроме класса «отмирающие». Характерным является несоответствие эффективности модели на валидационных и на тестовых данных: более сложные техники аугментации данных (эластические деформации) позволяют улучшить результат на валидационной выборке, но не на тестовой. Это можно объяснить недостаточным объемом валидационной выборки. В перспективе планируется рассмотреть другие модели семантической сегментации и модификации уже имеющихся, а также использование описанных подходов для решения других задач мониторинга лесного покрова, например, сегментации изображений кедрочаек, пораженных союзным короедом и гусеницами сибирского шелкопряда.

Список использованных источников

1. Кривец С. А., Бисирова Э. М., Волкова Е. С., Дебков Н. М., Керчев И. А., Мельник М. А., Никифоров А. Н., Чернова Н. А. Технология мониторинга пихтовых лесов в зоне инвазии уссурийского полиграфа в Сибири: методическое пособие. – Томск: УМИУМ, 2018. – 74 с.
2. Ronneberger O., Fischer P., and Brox T. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation: arXiv preprint. 2015. – 8 p. – URL: <https://arxiv.org/abs/1505.04597> (дата обращения: 05.03.2021).
3. Badrinarayanan V., Kendall A., and Cipolla R. SegNet: A Deep Convolutional Encoder-Decoder Architecture for Image Segmentation: arXiv preprint. 2015. – 14 p. – URL: <https://arxiv.org/abs/1511.00561> (дата обращения: 05.03.2021).
4. Haralick R. M., Shanmugam K., and Dinstein I. Textural Features for Image Classification // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. – Vol. SMC-3. – No. 6. – 1973. – pp. 610–621.