

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ НЕЙРОСЕТЕВЫХ АРХИТЕКТУР ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Сухобоков А. А., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Воюш Н. В.

Аннотация. В работе рассматривается использование современных моделей глубокого обучения для автоматического выявления дефектов линий электропередачи на основе аэрофотосъемки. Показаны преимущества применения нейросетевых архитектур при анализе изображений высокой сложности.

Нейронные сети прочно закрепили за собой место среди инструментов, позволяющих автоматизировать задачи диагностики и контроля объектов инфраструктуры. Линии электропередачи относятся к тем инфраструктурным системам, надежность работы которых напрямую определяет безопасность и устойчивость электроснабжения. В связи с этим внедрение интеллектуальных методов для выявления повреждений опор, изоляторов и элементов крепления приобретает особую значимость.

Интеграция аэрофотосъемки с беспилотных летательных аппаратов и методов компьютерного зрения позволяет получать детальные изображения всей трассы ЛЭП без необходимости выездных обходов. Однако сами изображения зачастую обладают высокой сложностью: меняется ракурс, освещение, состояние атмосферы, часть элементов может перекрываться растительностью или находиться под углом. В подобных условиях применение классических алгоритмов оказывается недостаточно эффективным.

Для решения этой задачи была использована модель YOLO v12 – современная архитектура детекции объектов, рассчитанная на работу с большим числом мелких объектов. Обучение модели проводилось в среде Python с применением библиотеки Ultralytics, обеспечивающей удобный интерфейс для подготовки данных и запуска обучения.

Дополнительным преимуществом стало использование алгоритма нарезки крупных изображений на фрагменты фиксированного размера. Такая методика позволяет обрабатывать снимки высокого разрешения, например, $5\,000 \times 4\,000$ пикселей, не теряя мелких дефектов, которые могли бы быть проигнорированы при прямой подаче на вход модели. При этом перекрытие между фрагментами уменьшает вероятность пропуска объектов на стыках.

Благодаря подходу удалось добиться стабильного определения дефектов на неоднородных данных: при различной высоте полета БПЛА, при сложных погодных условиях, при наличии теней, частичного закрытия опор ветками и проводами. Модель уверенно классифицировала изоляторы, элементы крепления, определяла характерные признаки износа.

Для дальнейшего повышения точности была использована стратегия комбинированного обучения, которая позволяет использовать в процессе большое число неразмеченных изображений. Модель дообучалась на данных, которые она же предварительно пометила, что увеличивает ее устойчивость к редко встречающимся дефектам и улучшает качество распознавания при сложных ракурсах и условиях съемки.

Анализ результатов показал, что использование модели YOLO v12 значительно улучшило качество выявления дефектов на снимках линий электропередачи. Модель эффективно обнаруживала мелкие детали конструкций, детали, скрытые за листвой, элементы ЛЭП в нестандартных погодных условиях. Включение дополнительных методов

обучения повысило точность распознавания, позволив обходиться без увеличения набора данных ручной разметки.

Использование архитектуры YOLO v12, при обработке снимков ЛЭП, удостоверяет, что передовые нейросетевые структуры умеют уверенно разрешать вопросы автоматизированного обнаружения изъянов. Модель продуктивно выделяет составляющие конструкции с фотографий и устанавливает признаки их порчи в разнообразных погодных ситуациях, что делает ее ценным средством для уменьшения нагрузки экспертов, обслуживающих ЛЭП. Внедрение добавочных техник обучения позволяет увеличить потенциал модели и гарантировать повышение точности при ограниченных наборах данных. Подобная методика создает базу для более быстрого, точного и расширяемого мониторинга состояния ЛЭП.

Список использованных источников

1. Джочер, Г. YOLOv12: Достижения в области обнаружения объектов для реальных приложений / Г. Джочер [и др.]. – 2024.
2. Акиба, Т. SANI: Гиперинференция с помощью нарезки для обнаружения объектов / Т. Акиба [и др.] // Journal of Machine Learning Research. – 2022.
3. Гудфеллоу, И. Глубокое обучение / И. Гудфеллоу, Й. Бенжио, А. Курвиль. // MIT Press. – 2016.