

САДИЕХ
Сабрина Аймановна

бакалавриат, Петрозаводский государственный университет
(Петрозаводск, Российская Федерация),
sad.sabrina.d@yandex.ru

АНАЛИЗ ПОДХОДА К ПОСТРОЕНИЮ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ЧИСЛЕННОСТИ РЫБ, ОСНОВАННОЙ НА НЕЙРОННОЙ СЕТИ YOLOV4

Научный руководитель:

Рогов Александр Александрович

Статья поступила: 29 мая 2022

Принята к публикации: 12 июня 2022

Размещена в сети: 1 октября 2022

Аннотация. Оценка численности рыб важна для понимания механизмов изменений морских экосистем. Для этого всё чаще используются методы видеорегистрации, применение которых, однако, ограничено трудоемкостью ручной обработки изображений. В статье рассмотрен один из возможных подходов к построению системы автоматической оценки численности, основанный на нейронной сети (НС). В ходе работы получена достаточно высокая точность подсчета числа рыб (корреляция с ручным подсчетом 0,996) и получены данные о паттернах приливно-отливных миграций трехиглой колюшки в прибрежье Белого моря.

Ключевые слова: нейронные сети, Белое море, численность, yolo, анализ видеоизображений

Для цитирования: Садиех С. А. Анализ подхода к построению системы оценки численности рыб, основанной на нейронной сети Yolov4 // StudArctic Forum. 2022. Т. 7, № 3. С. 40—44.

Введение. Изменение климата и антропогенные факторы влияют на поведение многих организмов, в том числе морских рыб. Для понимания механизмов этих изменений и их прогнозирования необходимы мониторинг популяций рыб и морских экосистем. Важнейшим популяционным параметром является их численность. Для оценки численности рыб существует множество методов. Это как контактные методы, в частности, многочисленны орудия лова, так и дистанционные, например, эхолоты и т.п. Каждый из методов имеет свои недостатки и преимущества. Одним из методов оценки численности является видеорегистрация [Подводные интервальные съемки как инструмент для изучения численности и поведения рыб на примере акватории Керетского архипелага Белого моря, 1]. В данном случае недостатком метода является трудоемкость ручного анализа видеоизображений. Поэтому в настоящее время интенсивно разрабатываются автоматические методики анализа цифровых изображений рыб с учетом их видового разнообразия. Для этого часто применяются методики глубокого обучения нейронных сетей (НС) [Underwater fish detection with weak multi-domain supervision, 2].

Целью работы является разработка методики подсчета количества рыб в видеопотоке, основанной на искусственном интеллекте, в частности на алгоритме глубокого обучения. Объектом исследования служила наиболее массовая рыба Белого моря - трехиглая колюшка, в больших количествах обитающая в прибрежной зоне в летний период. Белое море является одним из самых изученных морей России арктической и субарктической зоны. Поскольку устоявшегося метода для решения задачи подсчета объектов на изображениях или в видеопотоке нет, данная статья предлагает рассмотрение плюсов и минусов одного из вариантов решения поставленной задачи [Использование видеорегистрации для изучения рыб: автоматический подсчет трехиглой колюшки на видеоизображениях в прибрежной зоне Белого моря, 3].

Материалы и методы. Материал для исследования был получен в районе учебно-научной станции «Беломорская» (N 66°17'21", E 33°39'41") Санкт-Петербургского университета на острове Средний, в бухте Юшковка. Всего, в разных местах было установлено

5 камер Brinno TLC100 Pro на дно на глубине до 0,7 м, которые делали подводные съемки с частотой 1 кадр в 5 секунд. Каждая камера сняла две серии – первая в течении 2 суток 14-16 июня 2021 г и вторая – в течении 3 суток 21-24 июня 2021 г. В этот сезон естественного освещения было достаточно для полноценных съемок.

Задача оценки количества трехиглой колюшки на изображениях была вначале рассмотрена как задача классификации, а позднее - как задача детекции объекта на изображении. Для решения задачи детекции была использована одна из реализаций модели YOLOv4 [Scaled-YOLOv4: Scaling Cross Stage Partial Network, 4], архитектура YOLOv4-tiny.

В ходе выполнения работы для реализации алгоритма была использована реализация YOLOv4 с использованием программной платформы Darknet, с открытым исходным кодом [YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection, 5]. Для разметки данных использовалась открытая программа, написанная на языке Python, LabelImg [Tzutalin, LabelImg, 6]. Для тестирования и получения результатов были использованы кадры-нарезка видеопотока. Количество кадров на стадии обучения составляло 90 отобранных вручную изображений, отражающих разные условия съемки в отношении освещенности, наличия помех, числа рыб и т.д. Увеличение выборки методами аугментаций приводило здесь к переобучению алгоритма. На стадии валидации и тестирования использовалось 100 изображений. Для повышения корректности оценки тестовые изображения были стратифицированы по количеству рыб на кадрах путем разбиения их на три группы: от 0 до 6, от 7 до 15 и более 15 рыб.

Результаты. В ходе обучения на 90 изображениях была достигнута средняя точность идентификации (mean average precision) 84%.

Качество детекций оценивалось на основе корреляции Пирсона (r) между выходами нейронной сети и экспертным подсчетом на всех диапазонах численности рыб (рис. 1). При числе рыб менее 6 ($n=32$), $r = 0.85$, при 6-15 ($n=28$), $r = 0.84$, более 15 рыб ($n=40$), $r = 0.97$. На всем диапазоне $r = 0.996$ (рис. 1).

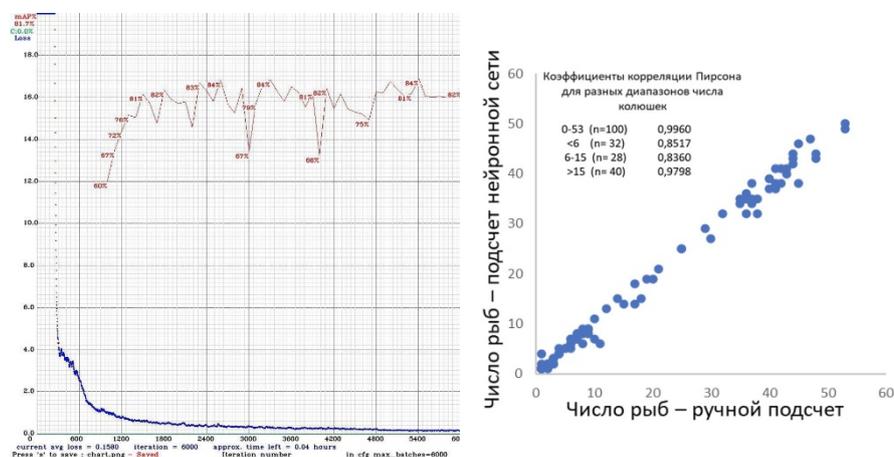


Рис. 1. Качество работы алгоритма: Метрика МаР в процессе обучения YOLOv4 и соответствие между числом колюшек, подсчитанных вручную и автоматически с помощью нейронной сети НС YOLOv4

Благодаря решению задачи детекции, в ходе выполнения работы удалось получить данные не только о численности рыб на кадрах видеопотока, но и об их размере. Это в дальнейшем позволило рассчитывать расстояние от рыбы до объектива камеры, и, следовательно, получать оценки численности рыб на кв. м.

Размер рыб оценивался на основе длины диагонали bounding box'ов в пикселях. Диагональ считалась из выходных данных нейронной сети — высоты и ширины bounding box, как $c = a^2 + b^2$ (рис. 2)

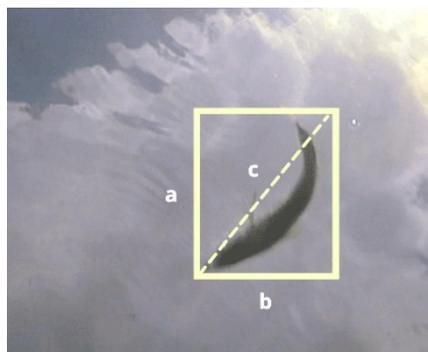


Рис. 2 Подход к оценке размера рыбы в кадре

В результате анализа полученных данных специалистами-биологами, была исследована динамика численности трехиглой колюшки в прибрежной зоне небольшой бухты Белого моря. Полученные результаты, по оценке специалистов, серьезно меняют имеющиеся представления о мелкомасштабной пространственно-временной динамике трехиглой колюшки в прибрежной зоне Белого моря.

С математической точки зрения важным результатом является понимание характера работы архитектуры YOLOv4tiny на мелких объектах, изображение которых получено в результате подводной съемки. для большого количества рыб.

Была предпринята попытка дообучить YoloV4, обученную для распознавания класса рыба (fish, на 4 подкласса в зависимости от направления движения рыбы). Подклассы разделялись следующим образом (рис. 3). Данная попытка не увенчалась успехом. Предсказания нейронной сети были некорректны.

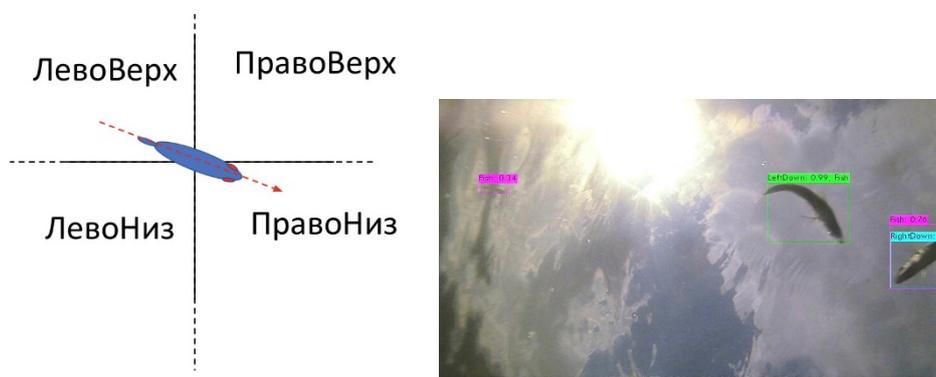


Рис. 3. Дообучение YOLOv4 на 4 подкласса

Обсуждение. Проведенная работа позволяет заключить, что использование нейронных сетей позволяет с высокой надежностью получать информацию о количестве рыб в кадрах с различными помехами и одновременно решать задачу примерной оценки размера особей. Работа показывает, что решение этих задач является лишь началом в разработке полноценной, базирующейся на искусственном интеллекте, методики детального описания распределения и миграций рыб в естественной среде.

Следующим шагом в дальнейшем улучшения подхода для решения задачи оценки количества рыб предполагается разработка новых алгоритмов глубокого обучения. Нахождение варианта для решения задач направления движения рыб с подзадачей определения размера и подсчета одновременно, способно существенно расширить знания биологов об экосистемах.

Автор благодарит за предоставление данных и за помощь в анализе и верификации результатов кандидата биологических наук, доцента кафедры ихтиологии и гидробиологии ФГОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет» Д. Л. Лайуса и студента магистратуры СПбГУ по направлению подготовки «Биология» Д.У. Ташбаева

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Надточий Е. В., Савельев П. Д., Паницина В. А., Демчук А. С., Иванов М. В., Иванова Т. С., Генельт-Яновский Е. А., Лайус Д. Л. Подводные интервальные съемки как инструмент для изучения численности и поведения рыб на примере акватории Керетского архипелага Белого моря. // Комплексные исследования Мирового океана. Материалы VI Всероссийской научной конференции молодых ученых. Москва, 2021. С. 288—289.

Ташибаев Д. У., Садиех С. А., Надточий Е. В., Генельт-Яновский Е. А., Демчук А. С., Иванова Т. С., Иванов М. В., Лайус Д. Л. Использование видеорегистрации для изучения рыб: автоматический подсчет трехиглой колюшки на видеоизображениях в прибрежной зоне Белого моря. // Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Арктические экосистемы: сохранение и устойчивое развитие». Мурманск: МАГУ, 2021. (статья в печати);

Chien-Yao Wang, Alexey Bochkovskiy, Hong-Yuan Mark Liao. Scaled-YOLOv4: Scaling Cross Stage Partial Network, 16 Nov, 2020

Chien-Yao Wang, Alexey Bochkovskiy, Hong-Yuan Mark Liao. YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection, Git code, 2020, URL: <https://github.com/teameo.ca/AlexeyAB/darknet> (дата обращения: 08.06.2022)

Konovalov D. A., Saleh A., Bradley M., Sankupellay M., Marini S., Sheaves M. Underwater fish detection with weak multi-domain supervision. International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN), IEEE. – 2019. - P. 1-8;

Tzutalin, LabelImg, Git code, 2015, URL: <https://github.com/tzutalin/labelImg> (дата обращения: 08.06.2022).

Sabrina A. SADIEKH

bachelor's degree, Petrozavodsk State University
(Petrozavodsk, Russian Federation),
sad.sabrina.d@yandex.ru

ANALYSIS OF AN APPROACH TO THE CONSTRUCTION OF A FISH POPULATION ESTIMATION SYSTEM BASED ON THE YOLOV4 NEURAL NETWORK

Scientific adviser:

Alexander A. Rogov
Received: 29 May 2022
Accepted: 12 June 2022
Published: 1 October 2022.

Abstract. The estimation of fish abundance is important for understanding the mechanisms of changes in marine ecosystems. For this purpose, video recording methods are increasingly used, the use of which, however, is limited by the complexity of manual image processing.

The article considers one of the possible approaches to the construction of an automatic population estimation system based on a neural network (NS). In the course of the work, a sufficiently high accuracy of counting the number of fish was obtained (correlation with manual counting of 0.996) and data on the patterns of tidal migrations of the three-spined stickleback in the White Sea coast were obtained.

Keywords: neural networks, White Sea, number, yolo, video image analysis

For citation: Sadiekh S. A. Analysis of an approach to the construction of a fish population estimation system based on the Yolov4 neural network. *StudArctic Forum*. 2022; 7(3): 40—44.

REFERENCES

Nadtochiy E. V., Savelyev P. D., Panitsina V. A., Demchuk A. S., Ivanov M. V., Ivanova T. S., Genelt-Yanovsky E. A., Laius D. L. Underwater interval surveys as a tool for studying the abundance and behavior of fish on the example of the water area of the Keret archipelago of the White Sea // Comprehensive research of the World Ocean. Materials of the VI All-Russian scientific conference of young scientists. Moscow, 2021. P. 288—289.

Tashbaev D. U., Sadiekh S. A., Nadtochiy E. V., Genelt-Yanovsky E. A., Demchuk A. S., Ivanova T. S., Ivanov M. V., Laius D. L. Use video recording for fish studies: automatic counting of three-spined stickleback on video images in the coastal zone of the White Sea // All-Russian scientific and practical conference with international participation "Arctic ecosystems: conservation and sustainable development". Murmansk: MAGU, 2021 (article in press).

Chien-Yao Wang, Alexey Bochkovskiy, Hong-Yuan Mark Liao. Scaled-YOLOv4: Scaling Cross Stage Partial Network, Nov 16, 2020

Chien-Yao Wang, Alexey Bochkovskiy, Hong-Yuan Mark Liao. YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection, Git code, 2020, URL: <https://github.com/teameo.ca/AlexeyAB/darknet> (accessed 06/08/2022)

Kononov D. A., Saleh A., Bradley M., Sankupellay M., Marini S., Sheaves M. Underwater detection with weak multi-domain supervision. International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN), IEEE. 2019. P. 1—8.

Tzutalin, LabelImg, Git code, 2015, URL: <https://github.com/tzutalin/labelImg> (accessed 06/08/2022).