

АВТОМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЖИВОТНЫХ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ AUTOML

Соболевский Владислав Алексеевич, канд.тех.наук

Лайшев Касим Анверович, д-р.ветеринар.наук, проф., академик РАН

Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук, Россия

РЕФЕРАТ

В современных условиях сельское хозяйство сталкивается с активными процессами автоматизации, что подчеркивает необходимость разработки эффективных инструментов для создания подобных автоматизированных систем. Использование средств автоматизации повышает эффективность множества процессов, в том числе в области мониторинга животных. В данной статье рассматривается применение подхода AutoML как средства для автоматизации процесса генерации моделей глубокого обучения, используемых в системах автоматического мониторинга. В качестве тестовой архитектуры, для демонстрации возможностей разработанных технологий, была выбрана архитектура VGG19. Это зарекомендовавшая себя архитектура моделей глубокого обучения, предназначенная для распознавания объектов на изображениях. В представленной работе реализована технология автоматизированного структурно-параметрического синтеза моделей VGG19 и оптимизации их гиперпараметров. Такой подход позволяет автоматизировано создавать модели, решающие конкретные прикладные задачи, даже пользователям без специализированных знаний в области глубокого обучения.

Система, представленная в данной работе, разработана на базе программной платформы AutoGenNet, которая реализует концепцию No-Code разработки. Эта концепция позволяет скрыть от пользователей сложные детали процессов создания и обучения моделей, значительно снижая порог вхождения для новых пользователей.

Дополнительно, на основе платформы, AutoGenNet реализован механизм автоматической генерации программных оболочек, позволяющий эффективно работать с обученными моделями. Все указанные аспекты способствовали эффективному внедрению подхода AutoML для автоматизации процессов генерации и обучения модели VGG19. В результате, значительно упростился и ускорился процесс решения задач автоматического мониторинга, основанных на использовании моделей глубокого обучения.

Созданная система была протестирована на задаче распознавания особей коров. Результаты теста показали, что разработанная система обладает высокой степенью масштабируемости и может быть адаптирована для автоматизированной генерации других моделей распознавания объектов, что открывает возможности для решения разнообразных прикладных задач связанных с мониторингом разных видов животных.

Ключевые слова: глубокое обучение, распознавание объектов, automl, vgg19.

ВВЕДЕНИЕ

Технологии распознавания фото- и видеозаписей все более активно внедряются в современное сельское хозяйство в целом и животноводство в частности. Основная цель таких систем заключается в определении особей и мониторинге состояния животных. Развитие данной области стало возможным благодаря появлению архитектур сверточных нейронных сетей (СНС). Этот тип архитектуры позволяет решать задачи распознавания, сегментации и семантического анализа объектов на изображениях с высокой точностью. Чем выше точность и возможности моделей СНС, тем более сложными они становятся. Это приводит не только к повышению точности распознавания, но и к увеличению сложности построения и обучения таких сетей.

В то же время возрастает количество прикладных задач, которые можно решить с помощью моделей СНС. Однако эти задачи не всегда требуют использования наиболее сложных архитектур СНС. Тем не менее, они достаточно сложны, чтобы обычные пользователи без знаний в области глубокого обучения (ГО) не смогли корректно создать и адаптировать такие сети. Кроме того, для понимания полученных результатов,

используя такие модели, может потребоваться специализированное знание в определенных прикладных областях.

Для преодоления описанных ограничений была сформирована научно-техническая область автоматизированного машинного обучения (automated machine learning - AutoML). Основные задачи AutoML включают разработку и применение моделей и методов для автоматизированного создания и обучения моделей машинного обучения в целом и ГО в частности. Эта научно-техническая дисциплина возникла всего лишь в последнем десятилетии, однако уже существует множество исследовательских и проектных групп, работающих в данном направлении [1, 7, 10].

Представленная в данной статье система на базе концепции AutoML отличается своей ориентацией на непрофессиональных пользователей и способностью автоматизировать создание программных оболочек для моделей СНС. Применяя подход No-Code разработки [8], предложенная система способствует созданию пользовательского интерфейса, позволяющего непрофессионалам, не знакомым с тонкостями конфигурации нейронных сетей, использовать её для решения стандартных задач. Описанные функции позиционируют систему как инструмент для быстрого и

удобного решения рутинных задач простыми пользователями. Использование этой системы упростит автоматизацию мониторинга различных животных, тем самым упрощая многие процессы контроля за популяциями и ведения учёта.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для создания представленного программного комплекса было принято решение сосредоточиться на следующих задачах AutoML, которые решались в процессе автоматизации обучения модели VGG19:

- ◆ Структурно-параметрический синтез модели и оптимизация гиперпараметров;
- ◆ Разработка пользовательских интерфейсов для AutoML;
- ◆ Автоматический выбор метрик оценки;
- ◆ Создание программных оболочек для развертывания модели.

Полный список задач AutoML более обширен. Однако в данной работе было решено сконцентрироваться только на перечисленных выше. Это решение обусловлено тем, что AutoML является относительно новой областью, в которой в настоящее время активно работает лишь ограниченное число исследовательских и проектных групп. Методы и подходы к описанию и решению задач в области AutoML в настоящее время только начинают формироваться. Каждая задача AutoML, рассматриваемая индивидуально, по своей природе сложна для формализации и требует индивидуального подхода к поиску решений. В настоящее время появляются алгоритмы, способные решать эти задачи по отдельности [2, 3, 6], но ни одно из существующих решений не обеспечивает комплексной автоматизации на всех этапах разработки моделей СНС. Тем не менее, автоматизация указанных этапов поможет

снизить уровень компетенции, необходимый от специалистов при разработке программного обеспечения на основе моделей СНС, что приведет к экономии времени и ресурсов.

При реализации пользовательского интерфейса для представленной системы активно использовался подход No-Code разработки. Парадигма No-Code разработки возникла как преобразующий подход к созданию программного обеспечения, позволяющий людям без формальной подготовки проектировать, разрабатывать и внедрять программные приложения через интуитивно понятные графические интерфейсы. Эта парадигма делает разработку программного обеспечения более доступной, позволяя более широкому кругу пользователей участвовать в процессе создания приложений.

Сегодня уже существует множество систем, реализующих No-Code разработку в различных отраслях [4, 5, 9]. Результаты их использования демонстрируют высокую эффективность таких решений. В представленной системе подход No-Code используется на всех этапах работы с моделью VGG19.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Тестовое обучение модели VGG19 проводилось в автоматизированном режиме с использованием небольшого датасета, состоящего из 444 изображений, на которых было изображено 148 отдельных коров. В ходе этого процесса было обучено несколько моделей. Средняя точность автоматизированных моделей составила примерно 80%, при этом максимальная достигнутая точность составила 96%. Результаты тестирования одной из обученных моделей представлены на рисунке 1. Несмотря на то, что эта точность не может считаться наилучшей, она во многом определяется ограниченным размером обучающего датасета. С другой стороны, следует отметить, что модели были созданы автоматически без написания какого-либо программного кода. Это подчеркивает осуществимость и эффективность представленного подхода, который может быть потенциально масштабирован для решения других задач. Способность достигать таких уровней производительности через автоматизацию не только демонстрирует жизнеспособность методологии, но также открывает возможности для более широкого применения в различных сферах, где необходима быстрая разработка и развертывание моделей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подход AutoML, использованный в этом исследовании, значительно упрощает и ускоряет внедрение моделей СНС в различных отраслях, в том числе в животноводстве. Применение представленной программной системы приводит к снижению затрат и ускорению разработки программных комплексов на основе моделей СНС, предназначенных для решения различных практических задач, связанных с автоматизированным мониторингом.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №24-16-20017, <https://rscf.ru/>



Рисунок 1. Интерфейс работы с обученной моделью СНС.

project/24-16-20017/, и Санкт-Петербургского научного фонда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Baker, B., Gupta, O., Naik, N., Raskar, R.: Designing neural network architectures using reinforcement learning. 5th International Conference on Learning Representations, arXiv:1611.02167 [cs] (2017).
2. Bello, I., Zoph, B., Vasudevan, V., Le, Q. V.: Neural optimizer search with Reinforcement learning. 34th International Conference on Machine Learning, ICML 2017, volume 1, pp. 712-721 (2017).
3. Cai, H., Chen, T., Zhang, W., Yu, Y., Wang, J.: Efficient architecture search by network transformation. 32nd AAAI Conference on Artificial Intelligence, AAAI 2018, pp. 2787-2794 (2018).
4. Chhor, J., Fischer, V., Kroppel, F., Schmitt, R. H.: Rule-based Decision Support for No-Code Digitalized Processes. *Procedia CIRP*, volume 107, pp. 258-263 (2022).
5. Dasegowda, G., Sato, J. Y., Elton, D. C., Garza-Frias, E., Schultz, T., Bridge, C. P., Bizzo, B. C., Kalra, M. K., Dreyer, K. J.: No code machine learning: validating the approach on use-case for classify-

ing clavicle fractures. *Clinical Imaging*, volume 112, article №110207 (2024).

6. Dong, J.-D., Cheng, A.-C., Juan, D.-C., Wei, W., Sun, M.: DPP-Net: Device-Aware Progressive Search for Pareto-Optimal Neural Architectures. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, LNCS, volume 11215, pp. 540-555 (2018).
7. Geng, Z., Wang, Y.: Automated design of a convolutional neural network with multi-scale filters for cost-efficient seismic data classification. *Nature Communications*, volume 11, issue 1 (2020).
8. Mote, D. S.: *No Code App Development: Learn to Build Apps Without Code*. Notion Press, Chennai, India. (2022).
9. Sundberg, L., Holmstrom, J.: Democratizing artificial intelligence: How no-code AI can leverage machine learning operations. *Business Horizons*, volume 66, issue 6, pp. 777-788 (2023).
10. Witsuba, M., Rawat, A., Pedapati, T.: Automation of deep learning. *Proceedings of the 2020 International Conference on Multimedia Retrieval*, pp. 5-6 (2020).

AUTOMATIC ANIMAL MONITORING SYSTEMS BASED ON AUTOML TECHNOLOGIES

Vladislav A. Sobolevsky, Ph.D. in Engineering

*Kasim An. Laishev, Dr.Habil. in Veterinary Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences
St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Russia*

In contemporary agricultural contexts, the sector is experiencing active processes of automation, underscoring the need for effective tools to develop such automated systems. The utilization of automation tools enhances the efficiency of numerous processes, including those in the domain of animal monitoring. This article examines the application of the AutoML approach as a means for automating the process of generating deep learning models employed in automatic monitoring systems. The VGG19 architecture has been chosen as a testbed for demonstrating the capabilities of the developed technologies. This well-established architecture for deep learning models is designed for object recognition in images.

The present study implements a technology for automated structural-parametric synthesis of VGG19 models and the optimization of their hyperparameters. Such an approach allows for the automated creation of models tailored to specific applied problems, even for users lacking specialized knowledge in deep learning.

The system delineated in this work is developed on the AutoGenNet software platform, which embodies the No-Code development concept. This concept conceals complex aspects of model creation and training processes from users, significantly lowering the entry barrier for newcomers. Additionally, the AutoGenNet platform incorporates a mechanism for the automatic generation of software wrappers, facilitating efficient interaction with trained models.

All aforementioned aspects have contributed to the effective implementation of the AutoML approach for automating the generation and training processes of the VGG19 model. Consequently, the processes associated with solving automatic monitoring tasks reliant on deep learning models have been significantly simplified and expedited.

The developed system has been tested on the task of recognizing individual cows. Test results indicated that the system possesses a high degree of scalability and can be adapted for the automated generation of other object recognition models, thereby opening avenues for addressing a diverse array of applied challenges related to the monitoring of various animal species.

Key words: deep learning, object recognition, automl, vgg19.

REFERENCES

1. Baker, B., Gupta, O., Naik, N., Raskar, R.: Designing neural network architectures using reinforcement learning. 5th International Conference on Learning Representations, arXiv:1611.02167 [cs] (2017).
2. Bello, I., Zoph, B., Vasudevan, V., Le, Q. V.: Neural optimizer search with Reinforcement learning. 34th International Conference on Machine Learning, ICML 2017, volume 1, pp. 712-721 (2017).
3. Cai, H., Chen, T., Zhang, W., Yu, Y., Wang, J.: Efficient architecture search by network transformation. 32nd AAAI Conference on Artificial Intelligence, AAAI 2018, pp. 2787-2794 (2018).
4. Chhor, J., Fischer, V., Kroppel, F., Schmitt, R. H.: Rule-based Decision Support for No-Code Digitalized Processes. *Procedia CIRP*, volume 107, pp. 258-263 (2022).
5. Dasegowda, G., Sato, J. Y., Elton, D. C., Garza-Frias, E., Schultz, T., Bridge, C. P., Bizzo, B. C., Kalra, M. K., Dreyer, K. J.: No code machine learning: validating the approach on use-case for classifying clavicle fractures.

Clinical Imaging, volume 112, article №110207 (2024).

6. Dong, J.-D., Cheng, A.-C., Juan, D.-C., Wei, W., Sun, M.: DPP-Net: Device-Aware Progressive Search for Pareto-Optimal Neural Architectures. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, LNCS, volume 11215, pp. 540-555 (2018).
7. Geng, Z., Wang, Y.: Automated design of a convolutional neural network with multi-scale filters for cost-efficient seismic data classification. *Nature Communications*, volume 11, issue 1 (2020).
8. Mote, D. S.: *No Code App Development: Learn to Build Apps Without Code*. Notion Press, Chennai, India. (2022).
9. Sundberg, L., Holmstrom, J.: Democratizing artificial intelligence: How no-code AI can leverage machine learning operations. *Business Horizons*, volume 66, issue 6, pp. 777-788 (2023).
10. Witsuba, M., Rawat, A., Pedapati, T.: Automation of deep learning. *Proceedings of the 2020 International Conference on Multimedia Retrieval*, pp. 5-6 (2020).