

Вестник Томского государственного
архитектурно-строительного университета.
2023. Т. 25. № 4. С. 38–44.

ISSN 1607-1859 (для печатной версии)
ISSN 2310-0044 (для электронной версии)

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –
Journal of Construction and Architecture.
2023; 25 (4): 38–44.

Print ISSN 1607-1859
Online ISSN 2310-0044

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 721

DOI: 10.31675/1607-1859-2023-25-4-38-44

EDN: IQFUPL

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТИЛЯ АРХИТЕКТУРЫ ЗДАНИЯ

Петр Андреевич Пылов¹, Анна Владимировна Дягилева¹,
Евгения Александровна Николаева¹, Татьяна Анатольевна Шалыгина²

¹Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Россия

²Томский государственный архитектурно-строительный университет,
г. Томск, Россия

Аннотация. Актуальность темы исследования обусловлена постоянным ростом интереса к тематике цифровой трансформации общества и всех сфер деятельности, в которое оно вовлечено. Одним из важных этапов развития любого социума является изучение его истории, сохранившейся в артефактах инженерной мысли сооружений прошлых поколений. Поскольку каждая эпоха отличается характерными особенностями, то закономерно менялись и архитектурные идеи, которые неразрывно связывают определенную эпоху со стилем построек зданий и сооружений.

Основная цель исследования – разработать программное решение, которое в автоматизированном формате сможет определять стиль архитектурной постройки здания.

Для любого интересующегося историей человека, вне зависимости от пола и возраста, порой недостаточно изучить материалы исторических книг, чтобы безошибочно определять архитектурный стиль здания. Как и в большинстве других областей знаний, очень важна практика, восполнить недостаток которой поможет разработанная авторами интеллектуальная модель на основе методов искусственного интеллекта.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, архитектура зданий

Для цитирования: Пылов П.А., Дягилева А.В., Николаева Е.А., Шалыгина Т.А. Разработка интеллектуальной модели для автоматизированного определения стиля архитектуры здания // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2023. Т. 25. № 4. С. 38–44. DOI: 10.31675/1607-1859-2023-25-4-38-44. EDN: IQFUPL

ORIGINAL ARTICLE

INTELLIGENT MODEL FOR AUTOMATED IDENTIFICATION OF ARCHITECTURAL STYLE

Petr A. Pylov¹, Anna V. Dyagileva¹,
Evgeniya A. Nikolaeva¹, Tat'yana A. Shalygina²

¹Gorbachev Kuzbass State Technical University, Kemerovo, Russia

²Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk, Russia

Abstract. The growing interest to the digital development of the society stipulate studies of its history described by the artifacts of structures of past generations. Since each epoch has its own characteristics, architectural ideas inextricably linking certain years to the architectural style of buildings, have changed.

Purpose: The aim of this work is the software development for the identification the architectural style of architectural a building.

Research findings: For anyone interested in history, regardless of their gender and age, it is sometimes not enough to read historical books in order to determine the architectural style of a building. The artificial intelligence model is proposed to fill this gap.

Practical implications: The proposed model can be used to supplement the practical experience in the field.

Keywords: artificial intelligence, computer-aided learning, architectural style

For citation: Pylov P.A., Dyagileva A.V., Nikolaeva E.A., Shalygina T.A. Intelligent model for automated identification of architectural style. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2023; 25 (4): 38–44. DOI: 10.31675/1607-1859-2023-25-4-38-44. EDN: IQFUPL

Современные информационные технологии находят широкое применение во все больших сферах повседневной человеческой деятельности. Связано это в первую очередь с тем, что ускорение научно-технического прогресса позволило удешевить реализацию вычислительных центров, на основе которых функционируют интеллектуальные системы [1].

Интеллектуальные системы, которые зиждутся на моделях машинного обучения, позволяют автоматизировать задачи, ранее считавшиеся исключительно прерогативой человека [2].

Примерами творческих задач могут служить обработка текстов, классификация изображений, определение композиции на основе проигрывания мелодии.

Определение архитектурного стиля здания – также творческая задача, поскольку она подразумевает анализ различных компонентов сооружения, определение эпохи постройки и её принадлежности к конкретному стилю.

Кроме того, решить подобную задачу методами прямого программирования не представляется возможным [3], что ограничивает выбор инструментария для решения задачи на моделях прикладного искусственного интеллекта.

Определимся с целью: необходимо, чтобы модель машинного обучения могла самостоятельно определять архитектурный стиль здания по его фотографии.

Для решения практических задач аналитики изображений отлично зарекомендовали себя сверточные нейронные сети, т. к. они позволяют абсорбировать на снимках низко-, средне- и высокоуровневые признаки, что дает возможность сформировать высокую обобщающую способность информационной модели искусственного интеллекта [4]. Однако стоит отметить, что каждая прикладная задача не может быть решена на основе однотипной архитектуры сверточной нейронной сети, поскольку такой подход негативно отражается на итоговой точности модели машинного обучения.

Краеугольным камнем любой модели машинного обучения являются исходные данные. Именно под них разрабатывается модель, т. к. она должна учитывать природу выборки, тип её математического распределения и многие другие факторы, которые изменяются при переходе от одной предметной области к другой [5].

В качестве основы для автоматизированного определения архитектурного стиля здания интеллектуальной системой был выбран набор данных, собранный авторами исследования «Architectural Style Classification Using Multinomial Latent Logistic Regression»¹.

Авторы научной работы использовали в качестве базового алгоритма модель логистической регрессии, т. к. желали максимально снизить уровень требований модели к аппаратным ресурсам электронной вычислительной машины (ЭВМ), на которой алгоритм сможет функционировать. Отметим, что оригинальная статья авторов вышла в свет в 2014 г. и с тех пор не обновлялась, при этом точность модели составила 69,17 %.

За прошедший с момента публикации статьи период технологии электронной промышленности шагнули далеко вперед, поэтому даже на бюджетных версиях ЭВМ сейчас могут функционировать модели обученных нейронных сетей [6].

Авторы настоящей статьи в качестве основополагающей идеи рассматривают решение задачи определения архитектурных стилей зданий на основе модернизированной сверточной нейронной сети. Как было отмечено выше, для конкретной прикладной задачи необходимо разработать собственную архитектуру модели машинного обучения, поэтому авторами была разработана структурная схема модели машинного обучения (рис. 1).

Проверка эффективности разработанной архитектуры была произведена на основе сопоставления точности спроектированной модели сверточной нейронной сети (рис. 1) и «базовой» точности логистической регрессии, которая составляет 69,17 %.

Эксперименты показали, что наименьшая точность модели машинного обучения, представленной в рамках данной статьи, составила 74 % (рис. 2).

¹ Zhe Xu, Tao D., Ya Zhang, Wu J., Tsoi A. Architectural Style Classification Using Multinomial Latent Logistic Regression. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Architectural-Style-Classification-Using-Latent-Xu-Tao/bf6fd53680c5ec7b998c60bd75243d5b7cf7f93f?p2df>

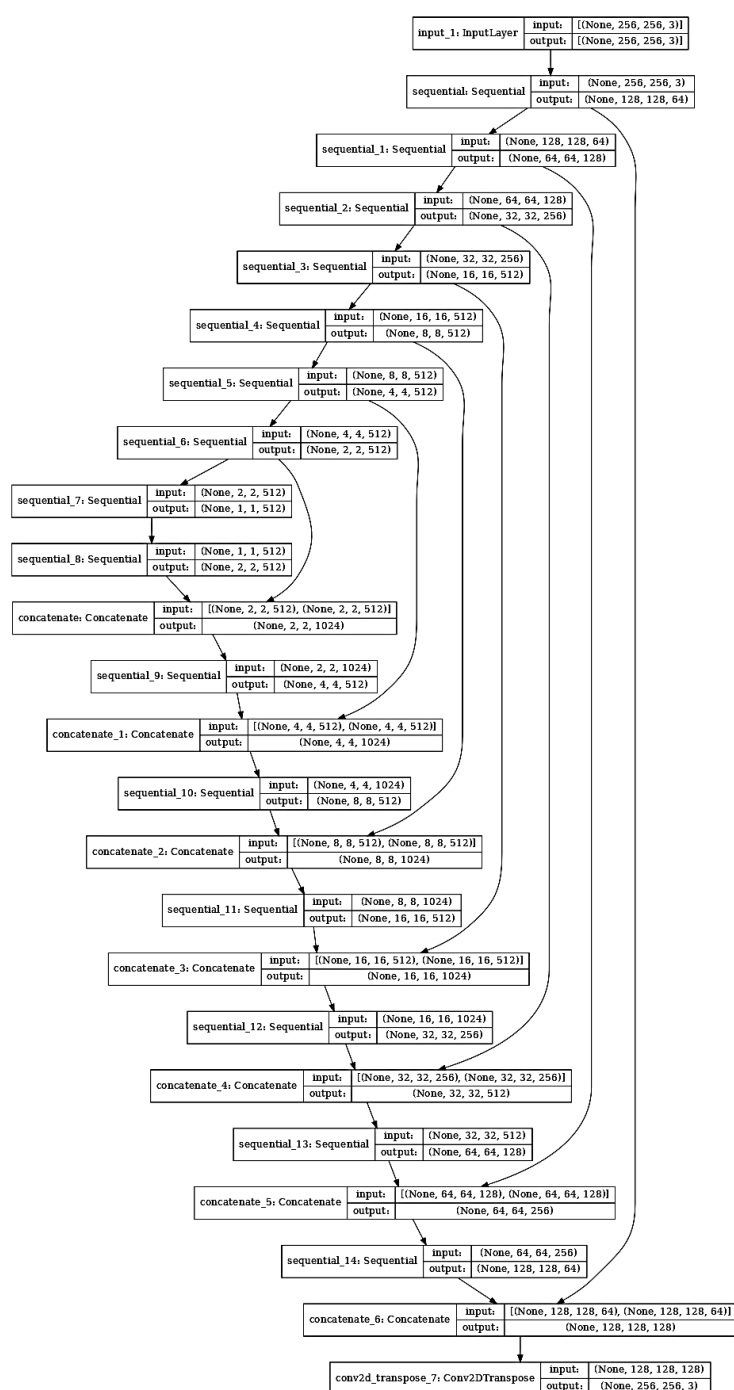


Рис. 1. Архитектура модели сверточной нейронной сети для определения стиля архитектуры здания. Изображение сгенерировано на основе программной библиотеки sklearn

Fig. 1. Model architecture of convolutional neural network for identification of the building architectural style. The image is generated by the sklearn library

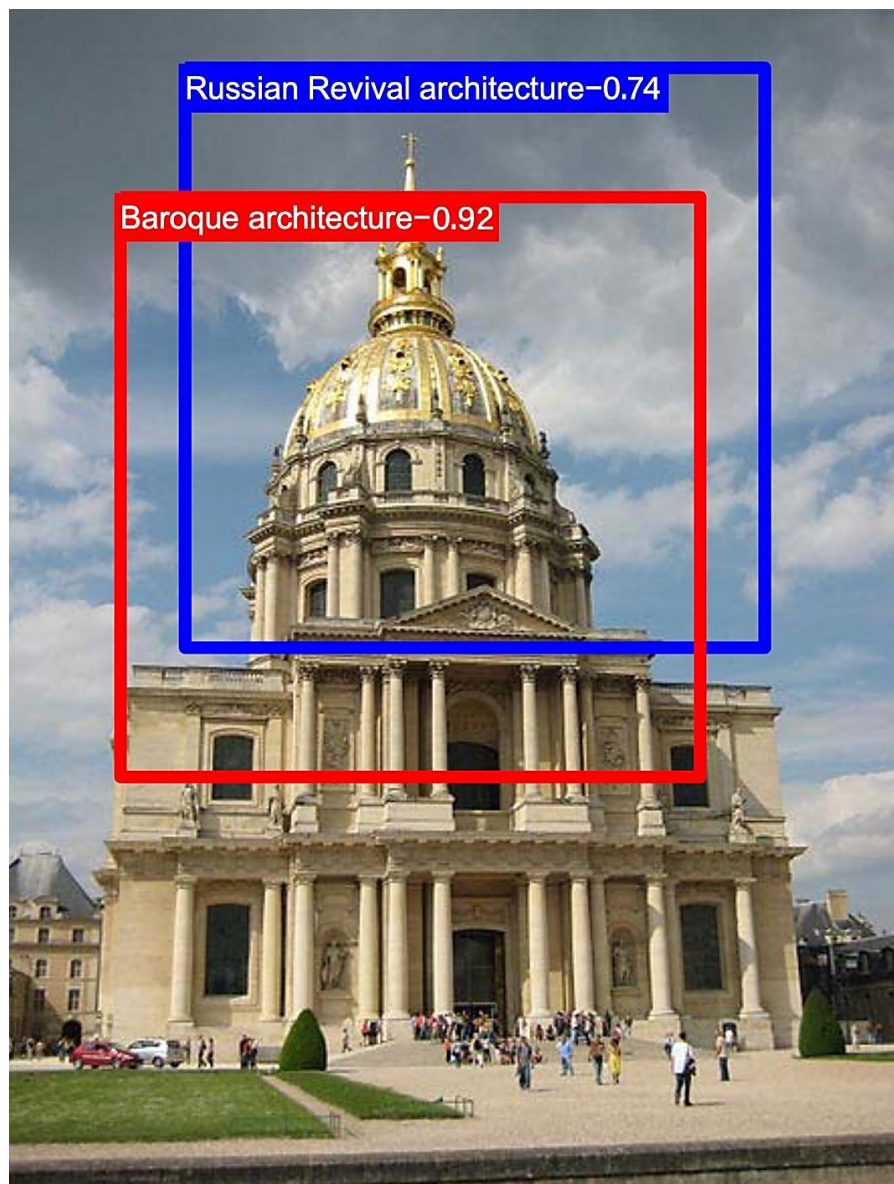


Рис. 2. Оценка точности разработанной модели сверточной нейронной сети
Fig. 2. Accuracy estimation of the proposed model of convolutional neural network

Выводы

Разработанная в рамках настоящей статьи модель сверточной нейронной сети для автоматизированного определения стиля архитектуры зданий позволила достичь точности, которая превосходит величину прецизионности базовой модели логистической регрессии.

Причины такого преимущества авторы статьи находят в выборе модели прикладного искусственного интеллекта: логистическая регрессия относится

к типу моделей машинного обучения, в то время как сверточная нейронная сеть является ярким представителем класса глубокого обучения.

Несмотря на разницу в точности, главной целью работы была разработка интеллектуального решения, которое могло бы автоматически определять архитектуру здания, загружаемого в модель в виде фотографии. В рамках настоящей статьи цель была достигнута при использовании более сложной модели искусственного интеллекта, однако это не означает остановку дальнейшей разработки других моделей. Напротив, представленная архитектура может быть усовершенствована другими исследователями, что позволит решать задачу определения стиля зданий ещё более точно и полно.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Wolpert D.H. Stacked generalization // *Neural networks*. 1992. V. 5. № 2. P. 241–259. URL: [http://dx.doi.org/10.1016/S0893-6080\(05\)80023-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0893-6080(05)80023-1)
2. Kopec D. *Classic Computer Science Problems in Python*. Manning. Shelter Island. 2019. 206 p. ISBN 9781617295980.
3. Johansson R. *Numerical Python*. Apress, 2018. 488 p. DOI 10.1007/978-1-4842-0553-2
4. Wolohan J.T. *Mastering large datasets with Python*. Mannig Press. 2020. 312 p. ISBN 9781617296239.
5. Pratap Dangeeti, Allen Yu, Claire Chung. *Learning path numerical computing with Python*. Packt Publishing. 2018. 682 p. ISBN 1789953634, 9781789953633.
6. Downey A., Elkner J., Meyers C. *How to Think Like a Computer Scientist*. Green Tea Press, 2002. 288 p. ISBN 0-9716775-0-6.

REFERENCES

1. Wolpert D.H. Stacked generalization. *Neural Networks*. 1992; 5 (2): 241–259. Available: [http://dx.doi.org/10.1016/S0893-6080\(05\)80023-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0893-6080(05)80023-1)
2. Kopec D. *Classic computer science problems in Python*. Manning. *Shelter Island*. 2019. 206 p. ISBN 9781617295980.
3. Johansson R. *Numerical Python*. Apress Inc., 2018. 488 p. DOI: 10.1007/978-1-4842-0553-2
4. Wolohan J.T. *Mastering large datasets with Python*. Manning Press. 2020. 312 p. ISBN 9781617296239.
5. Pratap Dangeeti, Allen Yu, Claire Chung. *Learning path numerical computing with Python*. Packt Publishing. 2018. 682 p. ISBN 1789953634, 9781789953633.
6. Downey A., Elkner J., Meyers Ch. *How to think like a computer scientist*. Green Tea Press, 2002. 288 p. ISBN 0-9716775-0-6.

Сведения об авторах

Пылов Петр Андреевич, аспирант, Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28.

Дягилева Анна Владимировна, канд. техн. наук, доцент, Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28.

Николаева Евгения Александровна, канд. физ.-мат. наук, доцент, зав. кафедрой, Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28, nea.vtm@kuzstu.ru

Шалыгина Татьяна Анатольевна, канд. техн. наук, доцент, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, shal53@mail.ru

Authors Details

Petr A. Pylov, Research Assistant, Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28, Vesennyya Str., 650000, Kemerovo, Russia.

Anna V. Dyagileva, PhD, A/Professor, Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28, Vesennyya Str., 650000, Kemerovo, Russia.

Evgeniya A. Nikolaeva, PhD, A/Professor, Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28, Vesennyya Str., 650000, Kemerovo, Russia, nea.vm@kuzstu.ru

Tat'yana A. Shalygina, PhD, A/Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, shal53@mail.ru

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors contributions

The authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 22.05.2023
Одобрена после рецензирования 25.05.2023
Принята к публикации 16.06.2023

Submitted for publication 22.05.2023
Approved after review 25.05.2023
Accepted for publication 16.06.2023