

УДК 72.1, 004.89

EDN PQRUXS

Трансформация архитектурного проектирования с помощью нейронных сетей

Е.П. Гиманова *

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ул. 2-я Красноармейская, 4, Санкт-Петербург, 190005, Россия

*E-mail: gimanovaliza@mail.ru

Аннотация. С развитием технологий и искусственного интеллекта, возможности использования нейросетей в различных областях, включая архитектуру, становятся все более актуальными и значимыми. Архитектурное проектирование требует тщательного анализа, творческого подхода и учета множества факторов, таких как функциональность, эстетика, устойчивость, также решения сложных задач по устройству комфортной среды для жизни и работы. В ходе исследования вопроса использования нейронных сетей для архитекторов составлена классификация типов и самых распространенных нейросетей. Применение таких нейросетей может помочь ускорить процесс проектирования, оптимизировать конструкции, провести анализ больших объемов данных и принимать решения, основываясь на этом анализе. В статье представлен алгоритм создания архитектурного проекта с применением нейросети. Рассмотрены положительные стороны использования в своей профессиональной деятельности. Однако, несмотря на потенциальные преимущества, есть ограничения и аспекты использования нейросетей в архитектуре. Это включает в себя сложность воспроизведения творческого подхода архитекторов, взаимодействие с клиентами и этические соображения. Внедрение нейросетей в процесс проектирования, генерации идей и концепций играет все большую роль в архитектурной среде, обеспечивая новыми возможностями и подходами к созданию уникальных зданий.

Ключевые слова: нейронные сети, архитектура, архитектурное проектирование, типы нейронных сетей

Transforming Architectural Design with Neural Networks

E.P. Gimanova

¹Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, 2nd Krasnoarmeiskaya Str. 4, Saint Petersburg, 190005, Russia

*E-mail: gimanovaliza@mail.ru

Abstract. With the development of technology and artificial intelligence, the possibilities of using neural networks in various fields, including architecture, are becoming more and more relevant and important. Architectural design requires careful analysis, creativity and consideration of many factors, such as functionality, aesthetics, sustainability, as well as solving complex problems of creating a comfortable environment for living and working. In the course of researching the issue of using neural networks for architects, a classification of types and the most common neural networks is made. The use of such neural networks can help to speed up the design process, optimize designs, analyze large amounts of data and make decisions based on this analysis. This article presents an algorithm for creating an architectural design using a neural network. The positive aspects of using it in their professional activities are considered. However, despite the potential benefits, there are limitations and aspects of using neural networks in architecture. These include the difficulty of replicating architects' creativity, client interaction and ethical considerations. The introduction of neural networks into the design process, idea generation and concept generation is playing an increasing role in the architectural environment, providing new opportunities and approaches to create unique buildings.

Keywords: neural networks, architecture, architectural design, types of neural networks.

1. Введение

В современном мире использование технологий искусственного интеллекта и нейронных сетей все больше входит в нашу жизнь. Модель нейросети похожа на работу человеческого мозга. Нейронные сети состоят из соединенных нейронов, которые передают информацию друг другу и выполняют сложные вычисления. Они помогают решать задачи, для которых традиционные методы малоэффективны или же неэффективны вовсе.

В архитектуре нейронные сети могут быть применены для создания инновационных дизайнов, оптимизации зданий и инфраструктуры, управления энергопотреблением, анализа климатических данных и многих других задач [3-6]. Например, они могут использоваться для прогнозирования потребления энергии зданием и оптимизации работы систем отопления, вентиляции и кондиционирования, а также создание архитектурной концепции [2, 10].

2. Постановка цели и задач исследования

Применение нейронных сетей в архитектуре открывает новые возможности для инноваций и совершенствования процессов проектирования.

Цель исследования трансформации архитектурного проектирования с использованием искусственного интеллекта заключается в изучении влияния AI на процессы создания и реализации архитектурных проектов. Основными задачами исследования являются:

1. Оценка эффективности применения искусственного интеллекта в архитектурном проектировании.
2. Изучение новых методов и технологий, предоставляемых AI, и их влияние на современный дизайн и конструкцию зданий.
3. Анализ изменений в процессе взаимодействия между архитекторами, инженерами и AI в процессе разработки проектов.
4. Выявление потенциальных преимуществ и ограничений использования искусственного интеллекта в архитектуре.
5. Предложение рекомендаций для оптимизации и совершенствования процессов архитектурного проектирования с применением AI.

3. Методы и материалы исследования

При изучении вопроса трансформации первоначально стоит обратить внимание на то, что разработаны классификации типов сетей [1]. Они могут различаться по множеству характеристик: архитектуре, включая количество слоев, типы слоев и их соединения, обучению, функциям и задачам, а также форматом входных данных. В таблице 1 представлены одни из самых распространенных типов нейросетей. Каждый тип соотнесен с уже существующей нейросетью, которой можно пользоваться для решения различных задач в архитектуре.

Таблица 1. Классификация нейронных сетей по типам.

Тип нейросети	Способ применения	Название нейросети	Польза для архитектора
Генеративно-состязательные сети (GAN)	Позволяют создавать новые изображения, моделируя статистику входных данных	StyleGAN	Полезна для создания визуализаций архитектурных концепций
		Midjourney	Создает изображения из параметров пользователя
		Pix2Pix	Сеть, способная выполнять перевод изображений из одного стиля в другой. Может быть использована для создания архитектурных визуализаций или редактирования фотографий зданий.
Сверточные нейронные сети (CNN)	Используются для обработки изображений и видео, так как они хорошо работают с пространственными данными	Mask R-CNN	Используется для анализа архитектурных чертежей и выделения различных элементов зданий
		Inception	Предназначена для классификации изображений и обладает высокой точностью и эффективностью при работе с визуальными данными
		U-Net	Можно использовать для сегментации архитектурных элементов на изображениях зданий
Рекуррентные нейронные сети (RNN)	Подходят для анализа последовательных данных, таких как текстовые описания или временные ряды, что может быть полезно при анализе данных о строительстве или описании проектов	LSTM (Long Short-Term Memory)	Может быть полезна для прогнозирования временных рядов или анализа текстовых описаний проектов

Кроме представленных выше типов нейросетей, существуют еще автоэнкодеры, которые позволяют сжимать и восстанавливать данные, что может быть полезно для уменьшения размера и ускорения обработки больших объемов графических данных. Также глубокие нейронные сети могут применяться для классификации и распознавания образов, что может быть полезно для анализа архитектурных стилей или характеристик зданий [8].

Использование нейронных сетей для комплексного проектирования включает создание модели нейросети, которая предсказывает результаты проекта на основе характеристик объекта. Для этого устанавливаются цели и задачи проекта, подготавливаются данные, разрабатывается модель нейросети, проводится обучение и тестирование [9].

Для создания проекта с применением нейросети используется следующий алгоритм:

1. Определение цели и задач проекта: необходимо решить, что именно требуется достичь с помощью нейросети. Чтобы получить конкретный результат, нужна конкретная формулировка цели.
2. Сбор данных: необходимо собрать данные, необходимые для обучения нейронной сети. Это может быть набор изображений, текстов или любой другой информации, соответствующей вашей цели и задачам.
3. Подготовка данных: требуется провести предварительную обработку данных, такую как очистка, нормализация, преобразование в нужный формат и разделение на обучающую и тестовую выборки.
4. Выбор архитектуры нейронной сети: определить тип нейронной сети (например, сверточная, рекуррентная, глубокая нейронная сеть) и ее архитектуру (количество слоев, типы слоев, функции активации и т. д.).
5. Обучение модели: следует обучить нейронную сеть на обучающей выборке, используя алгоритмы оптимизации и функцию потерь, настроить гиперпараметры модели для достижения лучших результатов.
6. Оценка модели и тестирование: следует оценить качество модели на тестовой выборке, используя метрики оценки производительности, такие как точность, полнота, F1-мера и т. д.

7. Применение: необходимо сгенерировать концептуальную модель, используя заданные параметры сети.
8. Выбор из предложенных вариантов: отобрать подходящие решения на основе заданных параметров, сгенерированные нейросетью решения должны соответствовать требованиям заказчика.
9. Доработка: вручную додумать проект, чтобы улучшить качество и соответствие требованиям заказчика.
10. Реализация: после окончательного утверждения проекта и проверки документации, проект реализуется.

Это общий алгоритм для создания проекта с использованием нейронных сетей. Каждый шаг требует внимательного подхода и экспертного знания в области машинного обучения и глубокого обучения. Этапы алгоритма могут видоизменяться в зависимости от поставленной цели. Чтобы добиться оптимальных результатов в решении поставленной задачи, важно тщательно выбирать параметры и методы обучения нейросети.

4. Полученные результаты

Использование нейронных сетей в архитектурном проектировании имеет ряд преимуществ:

1. Автоматизация процесса: нейронные сети могут быть использованы для автоматизации процесса анализа и генерации архитектурных решений. Это позволяет ускорить процесс проектирования и сократить время на принятие решений.
2. Улучшение проектирования: нейронные сети могут помочь в создании более оптимальных и инновационных архитектурных решений, учитывая большой объем данных и различные параметры проектирования.
3. Прогнозирование трендов: анализ данных с помощью нейронных сетей позволяет прогнозировать будущие тенденции и потребности в архитектурном проектировании, что помогает компаниям быть на шаг впереди конкурентов.
4. Персонализация и индивидуализация: нейронные сети могут адаптироваться к индивидуальным потребностям клиентов и создавать уникальные архитектурные решения, соответствующие их предпочтениям.

Несмотря на явные достоинства, архитекторы сталкиваются с рядом проблем при использовании нейросетей в проектировании. К основным недостаткам можно отнести:

1. Необходимость большого объема данных: для обучения нейронной сети требуется большой объем данных, что может быть сложно в области архитектурного проектирования, где данные могут быть ограничены или неструктурированными.
2. Сложность интерпретации результатов: нейронные сети являются «черными ящиками», что означает, что сложно понять, как именно модель пришла к тому или иному решению. Это может затруднить обоснование принятых архитектурных решений.
3. Высокие требования к вычислительным ресурсам: обучение сложных нейронных сетей требует значительных вычислительных мощностей и времени, что может быть дорого и затруднительно для многих компаний.
4. Необходимость экспертного знания: эффективное использование нейронных сетей в архитектурном проектировании требует специализированных знаний и опыта в области машинного обучения и глубокого обучения.

В целом, использование нейронных сетей в архитектурном проектировании требует серьезного подхода к преодолению ограничений и проблем, связанных с их применением [9].

5. Выводы

Трансформация архитектурного проектирования связана с уникальными возможностями, которые предоставляет искусственный интеллект. Благодаря использованию AI в проектировании, архитекторы могут создавать более эффективные, инновационные и устойчивые построения. Искусственный интеллект помогает оптимизировать процессы проектирования, анализировать данные, прогнозировать результаты и даже создавать уникальные формы и структуры, которые были бы сложны для человека. Это открывает новые перспективы для архитектурного творчества и помогает создавать здания, которые лучше соответствуют потребностям современного общества.

Однако, необходимо учитывать, что технологии нейросетей не могут полностью заменить человеческий творческий потенциал архитекторов. Важно найти баланс между

использованием AI и сохранением уникального художественного вклада в проекты. Дальнейшие исследования и разработки в области применения искусственного интеллекта в архитектуре помогут оптимизировать процессы проектирования и создать более инновационные и устойчивые строения для будущих поколений.

Следует помнить, что нейронные сети являются не только средством оптимизации процессов, но и методом проектирования. Сотрудничество между искусственным интеллектом и архитектурой становится все более важным аспектом развития отрасли. Прогнозы на будущее показывают, что технологии нейронных сетей будут продолжать активно развиваться и применяться в архитектуре.

Список литературы

1. 11 лучших генераторов искусственного интеллекта для проектирования зданий: [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.morningdough.com/ru/ai-tools/best-ai-building-design-generators/> (дата обращения: 10.03.2024).
2. Gossard D. Multi-objective optimization of a building envelope for thermal performance using genetic algorithms and artificial neural network / D. Gossard, B. Lartigue, F. Thellier // *Energy and Buildings*. – 2013. – 67. – P. 253-260. – <https://www.doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.08.026>
3. Lin T.Y. Focal loss for dense object detection / T.Y. Lin, P. Goyal, R. Girshick, K. He, P. Dollar // *In Proceedings of the IEEE international conference on computer vision*. – 2018. – P. 2980-2988. – <https://www.doi.org/10.1109/TPAMI.2018.2858826>
4. Machairas V. Algorithms for optimization of building design: A review. / V. Machairas, A. Tsangrassoulis, K. Axarli // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2014. – 31(4). – P. 101–112. – <https://www.doi.org/10.1016/j.rser.2013.11.036>
5. Radford A. Unsupervised representation learning with deep convolutional generative adversarial networks / A. Radford, L. Metz, S. Chintala // *Under review as a conference paper at ICLR*. – 2016. – P. 1-16. – URL: archive.org/details/arxiv-1511.06434 (дата обращения: 04.03.2024).
6. Radhakrishnan M. Is Midjourney-Ai the New Anti-Hero of Architectural Imagery & Creativity? / M. Radhakrishnan // *Global Scientific Journals*. – 2023. – № 11. – P. 94-114. – <https://www.doi.org/10.11216/gsj.2023.01.102270>

7. Voyazaki M. Architectural Materialisms: Nonhuman Creativity / Voyazaki M. // Architectural Materialisms. – 2018. – С. 1-28.
– <https://www.doi.org/10.3366/edinburgh/9781474420570.003.0001>.
8. Акшов Э.А. Использование вычислительного проектирования и искусственного интеллекта при моделировании архитектурных объектов / Э.А. Акшов // Информационные технологии и архитектура. – 2023. – № 2(63). – С. 298-315. – URL: https://marhi.ru/AMIT/2023/2kvart23/PDF/19_akshov.pdf (дата обращения: 04.03.2024).
9. Власова Е.Л. Искусственный интеллект в архитектурно-градостроительном проектировании / Е.Л. Власова, М.Л. Власова, Н.В. Боровикова, Д.В. Карелин // Информационные технологии и архитектура. – 2023. – № 4(65). – С. 311-324. – URL: https://marhi.ru/AMIT/2023/4kvart23/PDF/20_vlasova.pdf (дата обращения: 01.03.2024).
10. Пичугов П.А. Современные методы использования нейронных сетей для проектирования архитектуры зданий и сооружений / П.А. Пичугов, С.Г. Шабиев // Архитектура, градостроительство и дизайн. – 2023. – № 4(38). – URL: http://aud-journal.com/images/AGD38/AGD38_13-24.pdf (дата обращения: 10.03.2024).