

Меркушев К.А.

ИННОВАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИМИТАЦИОННЫХ АЛГОРИТМОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ АРХИТЕКТУРЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Современные инновационные исследования в области машинного моделирования промышленной архитектуры решают множество вопросов создания и позволяют решить задачи, связанные с начальными этапами проектирования.

В связи с этим возникает необходимость в использовании инструментальной базы, позволяющей автоматизировать процесс разработки, а именно в создании и использовании средств моделирования промышленной архитектуры.

В исследовании задействовано несколько методов решения данной проблемы, таких как использование программных средств, реализующих только один из методов моделирования и создание инструментальных средств, позволяющих реализовать все методы моделирования, как для решения специфических задач, так и для общих проблем, возникающих при разработке промышленной архитектуры.

Методы моделирования, используемые в данном исследовании, позволяют получить решение задачи, которое можно использовать как при создании модели, так и при проектировании архитектуры системы на основе модели. Это позволяет обеспечить единство процесса моделирования и проектирования.

Подход, разработанный в этой статье, является достаточно универсальным, позволяющим использовать его при решении широкого круга задач. Проведённое исследование показало, что метод моделирования на основе использования системно-функциональной методологии, позволяет решать задачи, связанные с выбором архитектуры и структуры системы, а также с построением моделей и разработкой программного обеспечения для реализации архитектуры. В статье приведены примеры применения данного метода к решению конкретных задач.

При этом результаты моделирования, полученные с использованием данного подхода, могут быть использованы для принятия решений в области проектирования автоматизированных систем.

Ключевые слова: Промышленная архитектура, BIM моделирование, rhinoceros, grasshopper имитационный алгоритм.

Merkushev K.A.

INNOVATIVE POSSIBILITIES OF SIMULATION ALGORITHMS FOR MODELING THE ARCHITECTURE OF INDUSTRIAL OBJECTS

Modern innovative research in the field of machine modeling of industrial architecture solves many issues of construction and allows solving problems related to the initial stages of design.

In this regard, there is a need to use a tool base that allows you to automate the development process, namely, in the creation and use of industrial architecture modeling tools.

The study involves several methods of solving this problem, such as the use of software tools that implement only one of the modeling methods and the creation of tools that allow you to implement all modeling methods, both for solving specific tasks and for general problems that arise during the development of industrial architecture.

The modeling methods used in this study allow us to obtain a solution to the problem, which can be used both when creating a model and when designing the architecture of the system based on the model. This allows you to ensure the unity of the modeling and design process.

The approach developed in this article is quite universal, allowing it to be used in solving a wide range of tasks. The conducted research has shown that the modeling method based on the use of system-functional methodology allows solving problems related to the choice of architecture and structure of the system, as well as with the construction of models and software development for the implementation of architecture. The article provides examples of the application of this method to solving specific problems.

At the same time, the simulation results obtained using this approach can be used to make decisions in the field of designing automated systems.

Keywords: *Industrial architecture, BIM modeling, rhinoceros, grasshopper simulation algorithm.*

В исследовании предложен подход к решению задач проектирования промышленной архитектуры с использованием современных программных средств, а именно – среды машинного моделирования Rhinoceros + Grasshopper [1-4], обеспечивающей возможность управления моделью, формирования и анализа данных, визуализации и представления результатов. При этом, в отличие от существующих подходов, среда моделирования позволяет одновременно и во взаимосвязи решать задачи проектирования всех стадий жизненного цикла промышленного объекта.

Среда Grasshopper, построенная на основе языка программирования, который позволяет моделировать и реализовывать проекты любой сложности, от простых до очень

сложных. Представлены результаты разработки и тестирования среды моделирования Grasshopper (рис. 1), включающие в себя создание модели, представление модели в виде набора 3D-объектов, работу с моделями, создание и работу с данными.

За основу алгоритма были взяты заранее собранные данные промышленных объектов и инфраструктуры [4-6]. После анализа была подготовлена среда архитектурного моделирования на базе Rhinoceros 3D. Затем был выполнен этап разработки, для которого использовались готовые компоненты. Он позволил выполнить все необходимые расчеты и создать примитивную архитектурную модель, которая могла бы быть использована для дальнейшего проектирования [7].

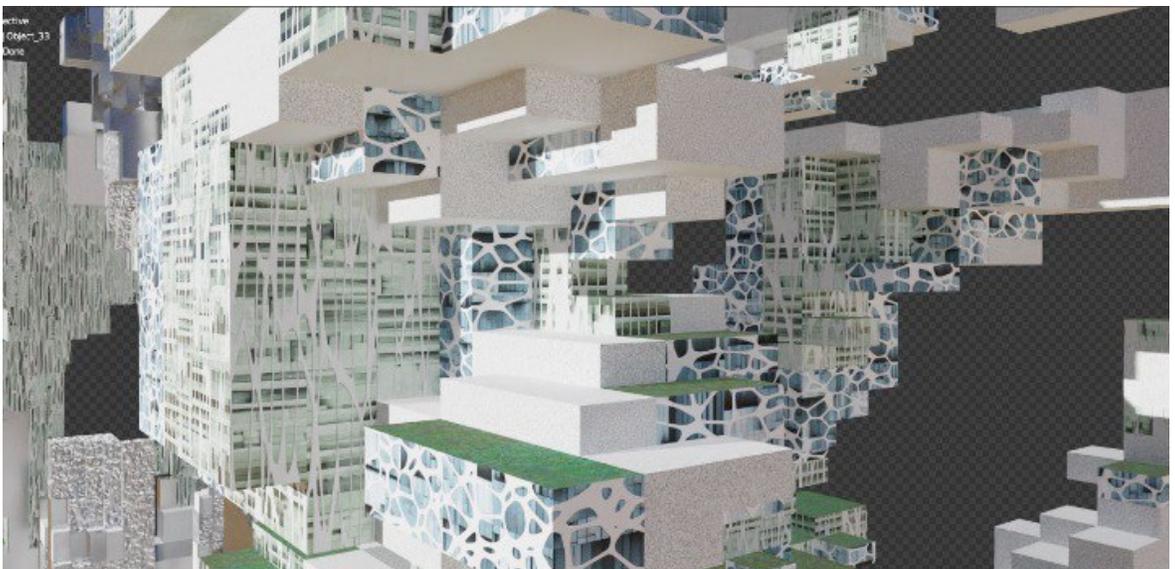


Рис. 1. Представление координации программного обеспечения по средствам Grasshopper

На (рис. 2) можно наблюдать возможность построения зеркальной архаичной 3D модели путем имитационных алгоритмов 3D среды на базе Rhino. Данная модель была по-

лучена путем экструзии двухмерных аналитических графов BigData в воксельное пространство [8-12].

В дальнейшем, с помощью метода 3D-па-

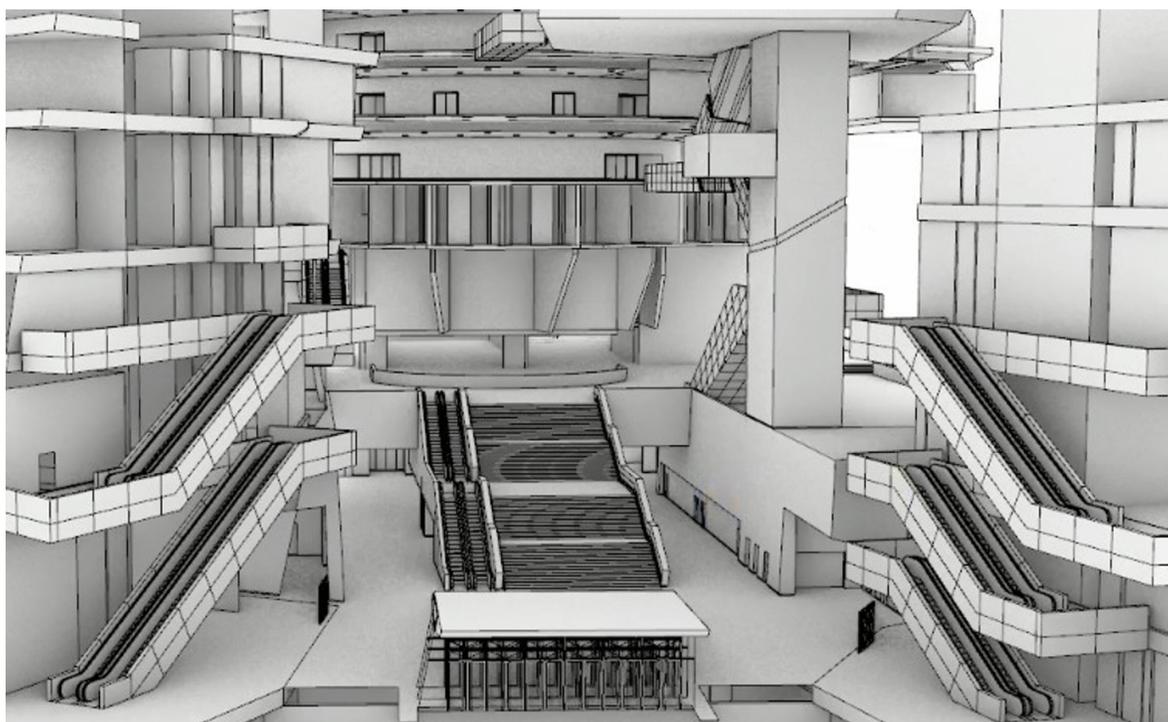


Рис. 2. Возможность перевода пиксельного изображения в воксельную 3D модель

норамирования, данная модель может быть разложена на отдельные воксели, что позволит моделировать и тестировать различные 3D сценарии, которые можно использовать для изучения поведения человеческого организма.

Статья направлена на выявление возможностей преобразование практического и интуитивно понятного процесса создания в вычислимый и явно определенный процесс путем его параметризации и оцифровки.

Для определения методологии данной работы рассматриваются и анализируются литературные исследования с учетом методов формализации в дизайне на основе правил как формы и составления грамматики, а также методов сравнения цифровых и физических сред [13]. Для процесса параметризации проводятся практические эксперименты по выявлению и расширению возможностей инструмента с использованием подхода к составлению грамматики, а для оцифровки процесса создания используется фотограмметрический подход и визуальные скрипты генерируются в среде Rhinoceros Grasshopper (рис. 3). Затем разрабатывается параметрическая модель, основанная на физическом процессе изготовления [14].

Смешанный метод, объединяющий качественные и количественные данные, исполь-

зуется для оценки параметрической модели для сравнения физически результатов.

После создания форм в виртуальной среде используется метод фотограмметрии, который часто используется при оцифровке и анализе выходов, полученных экспериментальным методом для их оцифровки [15-18]. Этот метод основан на съемке перекрывающихся фотографий под определенными углами путем вращения около 360° выходного сигнала и создания 3D-модели с помощью программного обеспечения для обработки изображений.

Поскольку прикладные методы фотограмметрии были разработаны для более крупных и неопределенных форм, рабочий процесс фотограмметрии, называемый методом реляционного позиционирования (RPM), разработан на основе техники аэрофотосъемки и адаптирован для обработки мелкомасштабных, подробных, белых и симметричных форм. В RPM [19-20] острые края выходов окрашиваются карандашами перманентного цвета, а найденные объекты размещаются в качестве контрольных точек вокруг выходов, чтобы помочь программному обеспечению успешно калибровать фотографии программным обеспечением 3DF Zephyr Aerial. Затем 360 фотографий, сделанных под углом 1°, которые показывают все детали, об-



Рис. 3. Связь программного обеспечения для обеспечения смешанного метода генерации в среде Rhinoceros Grasshopper

рабатываются в 5 этапов в 3DF Zephyr Aerial для получения как 3D-модели на основе сетки, так и визуализированного изображения, содержащего текстуру поверхности физического объекта [21].

Калибровка захваченных фотографий выполняется путем обнаружения свойств камеры, и фотографии обрабатываются с относительно расположенными окружающими объектами, определенными как контрольные точки [22].

Если процесс диагностики изображения

проходит успешно, разреженное и плотное облако точек создается соответственно в виде высокодетализированной сетчатой модели. Модель искусственно очищается с помощью инструментов редактирования от окружающих объектов. Полученные формы сравниваются по визуальному коду, написанному на Rhinoceros Grasshopper (рис.4). Среднее значение отклонения поверхности получено в результате расчета расстояний между точками на поверхностях сетчатых моделей [23-24].

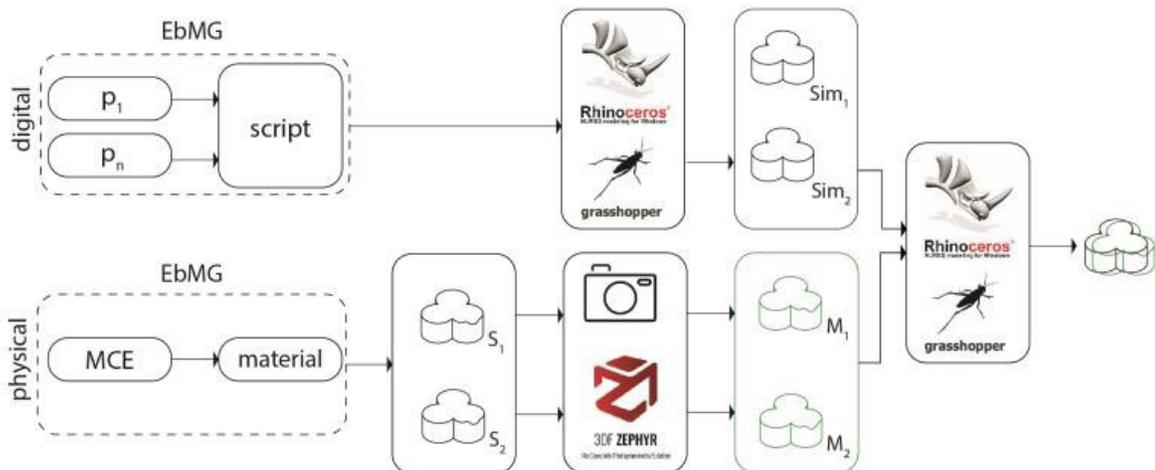


Рис. 4. Визуальный образ сетки кода в среде Rhinoceros Grasshopper

В рамках общего исследования была проведена оценка эффективности работы среды моделирования с точки зрения соответствия задачам проектирования, которые могут быть поставлены перед разработчиком сре-

ды. Так, были выявлены основные виды задач, решаемых в среде моделирования, а также приведены примеры их решения с помощью данной среды.

Литература

1. De Naan Н. Архитекторы в конкурсе: международные архитектур-ные конкурсы последних 200 лет. Лондон: Темза и Гудзон, 1988 г. — 9 с.
2. К. Стейнфельд Мечты могут прийти. В: Nagakura Т (ed.) Acadia 2017. дисциплины и разрушения. Материалы 37-й ежегодной конферен-ции Ассоциации автоматизи-рованного проектирования в архитектуре. Кембридж: MIT, 2017 г. – С. 590-599.
3. В. Гропиус Область общей архитектуры. К. Букс, 1970 г. – 13 с.
4. М. Кросби Доши священен в светском. Форум Веры 2018 г; <https://faithandform.com/editorial/doshis-священный-в-светском/>. – 51 с.
5. М. Руис-Монтель, Ж. Бонед, Ж. Вивланеш и др. Проектирование с грамматикой форм и обучением с подкреплением. 2012 г. – С. 23-245.
6. Джи. Стини и Дж. Джипс Грамматика форм и генеративная специфи-кация жи-вописи и скульптуры. В: Freiman CV (ed.) Обработка информа-ции 71. Амстердам: Северная Голландия, 1972 г, 1460-1465 гг. – 52 с.
7. Дж. Дуарте К массовой кастомизации жилья: грамматика домов Си-зы в Мала-гейре. Окружающая среда План Б 2005 г. – С. 348-380.
8. К. Хэ, Х. Чжан, С. Жэнь и др. Глубокое остаточное обучение для распознавания изображений. В: Конференция IEEE по компьютерному зрению и распознаванию образов (CVPR), 2016 г. Нью-Йорк: IEEE. – С. 770-778.
9. А. Грувер и Дж. Лейковец Масштабируемое обучение функциям для сетей. В: Труды 22-й международной конференции ACM SIGKDD по об-наружению знаний и интеллектуальному анализу данных (KDD '16), Сан-Франциско, Калифорния, 13-17августа 2016г., Нью-Йорк: ACM. DOI: 10.1145/2939672.2939754. – С. 855-864
10. Л. Ляо, Х. Хэ, Н. Чжан и др. Приписывается встраивание в социаль-ную сеть. IEEE T Knowl Data En. Epub перед печатью 27 марта 2018 года. DOI: 10.1109/TKDE.2018.2819980. – 18 с.
11. Н. Кросс Дизайн-мышление: понимание того, как дизайнеры думают и работа-ют. Оксфорд: Блумсбери Академик, 2011 г. – 37 с.
12. В. Виссер Когнитивные артефакты проектирования. Хиллсдейл, Нью-Джерси: Лоуренс Эрлбаум Ассошиэйтс, 2006. – 57 с.
13. С. Джоберг, С. Бьеркем, Дж. Элигер, et al. Эмерджентный синтаксис: машинное обучение для курирования пространства дизайнерских реше-ний. В: Труды Нару-шение дисциплин 37-й ежегодной конференции Ассо-циации автоматизированного проектирования в архитектуре. 2017 г. – С. 552-561.
14. Д. Дювернаут, Д. Макларин, Дж. Агильера, и др.. Сверточные сети на графах для изучения молекулярных отпечатков пальцев. В: Материалы 28-й международной конференции по нейронным системам обработки ин-формации (NIPS), Монреаль, Квебек, Канада, 7-12 декабря 2015 г. – 97 с.
15. Х. Эриг Х. Креовски. Выталкивающие свойства: анализ склеиваю-щих конструк-ций для графиков. Мате Нахр 1979 г. – С. 135-149.
16. А. Хагберг, Д. Шульц и П. Сварт NetworkX: программное обеспе-чение Python для анализа сетей. Математическое моделирование и анализ, Лос-Аламосская наци-ональная лаборатория, Лос-Аламос, Нью-Мексико, 2005 г. <http://networkx.lanl.gov>. – 29 с.
17. Дж. Бойер и Дж. Мирволд На режущей кромке: упрощенная O(n) планарность путем добавления кромки. 2004 г. – С. 241-273.
18. А. Хиндупур Зоопарк GAN — список всех названных GAN! 2017, <https://deephunt.in/the-gan-zoo-79597dc8c347>. – 95 с.
19. Т. Каррас, Т. Аллиа, С. Лейн, и др. Прогрессивное выращивание ГАН для улуч-шения качества, стабильности и изменчивости. В: 6-й меж-дународный конференс

по учебным представлениям (ICLR), Ванкувер, Британская Колумбия, Канада, 30 апреля-3 мая 2018 г. – 26 с.

20. X. Ванг, Ай. Ванг, и др. GraphGAN: обучение представлению графов с помощью генеративных состязательных сетей. В: 32-я конференция AAAI по искусственному интеллекту, Новый Орлеан, Лос-Анджелес. 2018 г. – 53 с.

21. X. Чен, Ю. Дуан, Р. Хоутхорт, и др.. InfoGAN: интерпретируемое обучение представлению с помощью информации, максимизирующей генеративные состязательные сети. 2016 г, <https://arxiv.org/abs/1606.03657>. – С. 173

22. К. Александров Язык шаблона: города, строительство, строительство. Оксфорд: Оксфорд Юниверсити Пресс, 1977 г. – 38 с.

23. Б. Митрович Философия для архитекторов. Нью-Йорк: Принстон-ская архитектурная пресса, 2011 г. – 62 с.

24. В. Джаби, С. Сой, Р. Теобальд, и др. Улучшение параметрического проектирования за счет многообразной топологии. Де Стад 2017 г. – С. 96-114.

References

1. De Haan H. Architects in competition: international architectural competitions of the last 200 years. London: Thames and Hudson, 1988. — 9 p.

2. K. Steinfeld Dreams can come. In: Nagakura T (ed.) Acadia 2017. discipline and Destruction. Proceedings of the 37th Annual Conference of the Association for Computer-Aided Design in Architecture. Cambridge: MIT, 2017. – С. 590-599.

3. V. Gropius The field of General Architecture. K. Books, 1970. – 13 p.

4. M. Crosby Doshi is sacred in the secular. Faith Forum 2018; <https://faithandform.com/editorial/doshis-sacred-in-secular/> – 51 с.

5. M. Ruiz-Montiel, J. Boned, J. Vivlanesh, etc. Designing with form grammar and reinforcement learning. 2012. – С. 23-245.

6. Ji. Steeney and J. Jeeps Grammar of Forms and generative specification of painting and sculpture. In: Freiman CV (ed.) Information processing 71. Amsterdam: North Holland, 1972, 1460-1465 – 52 p.

7. J. Duarte To the mass customization of housing: the grammar of Siza houses in Malagueira. Environment Plan B 2005; 32. – С. 348-380.

8. K. He, H. Zhang, S. Ren, etc. Deep residual learning for image recognition. In: IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), Las Vegas, Nevada, June 27-30, 2016, New York: IEEE. – С. 770-778.

9. A. Gruver and J. Leykovets Scalable learning of functions for networks. In: Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD '16), San Francisco, CA, August 13-17, 2016, New York: ACM. DOI: 10.1145/2939672.2939754. – pp. 855-864

10. L. Liao, H. He, N. Zhang, etc. Embedding in a social network is attributed. IEEE T Knowl Data En. Epub before printing on March 27, 2018. DOI: 10.1109/TKDE.2018.2819980. – 18 p.

11. N. Cross Design Thinking: Understanding how designers think and work. Oxford: Bloomsbury Academic, 2011. – 37 p.

12. V. Visser Cognitive design artifacts. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 2006. – 57 p.

13. S. Joberg, S. Bjerkem, J. Eliger, et al. Emergent syntax: Machine learning for curating the design solution space. In: Proceedings of the Violation of Disciplines of the 37th Annual Conference of the Association of Computer-aided Design in Architecture. 2017. – pp. 552-561.

14. D. Duvernout, D. Mclarin, J. Aguilera, et al.. Convolutional networks on graphs for studying molecular fingerprints. In: Proceedings of the 28th International Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS), Montreal, Quebec, Canada, December 7-12, 2015 – 97 p.

15. X. Erig H. Creowski. Ejecting properties: analysis of gluing structures for graphs. Mate Nahr 1979. – pp. 135-149.

16. A. Hagberg, D. Schult and P. Svart NetworkX: Python software for network analysis. Mathematical Modeling and Analysis, Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, New Mexico, 2005, <http://networkx.lanl.gov>. – 29 p.

17. J. Boyer and J. Mirvold On the cutting edge: simplified $O(n)$ planarity by adding an edge. Application of the J Graph algorithm 2004 – pp. 241-273.
18. A. Hindupur Zoo GAN — list of all named GAN! 2017, <https://deephunt.in/the-gan-zoo-79597dc8c347> . – 95 p.
19. T. Karras, T. Alliah, S. Lane, et al. Progressive cultivation of GAN to improve quality, stability and variability. In: 6th International Conference on Educational Presentations (ICLR), Vancouver, British Columbia, Canada, April 30-May 3, 2018. – 26 p.
20. X. Wang, Ai. Wang, et al. GraphGAN: Learning to represent graphs using generative adversarial networks. In: 32nd AAAI Conference on Artificial Intelligence, New Orleans, Los Angeles, February 2-7, 2018. – 53 p.
21. H. Chen, Y. Duan, R. Houthort, et al.. InfoGAN: Interpreted representation learning using information maximizing generative adversarial networks. 2016, <https://arxiv.org/abs/1606.03657> . – P. 173
22. K. Alexandrov Template language: cities, construction, construction. Oxford: Oxford University Press, 1977. – 38 p.
23. B. Mitrovich Philosophy for architects. New York: Princeton Architectural Press, 2011. – 62 p.
24. V. Jabi, S. Soy, R. Theobald, et al. Improvement of parametric design due to the manifold topology. De Stade 2017. – pp. 96-114.

Меркушев К.А.,

студент-магистр кафедры «Архитектура», Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия. E-mail: kostyn_m@mail.ru

Merkushev K. A.,

master's Student of the Department of Architecture, South Ural state University, c. Chelyabinsk, Russia. E-mail: kostyn_m@mail.ru

Поступила в редакцию 05.11.2022