

Д. О. Ковалюк¹
О. О. Ковалюк²
В. В. Маліцький²

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ЗАДАЧАХ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЄКТУВАННЯ ІНТЕР'ЄРУ

¹ Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»;

² Вінницький національний технічний університет;

В роботі проаналізовано сучасні тренди проектування інтер'єрів. Показано, що найбільш перспективним шляхом врахування персоніфікованих вимог замовників та різноманітності об'єктів інтер'єру є розробка автоматизованих систем. Це дозволить підвищити ефективність роботи за рахунок зменшення навантаження на дизайнерів, зменшення часу виконання задач, можливість простіше вносити зміни в проекти. Для роботи такої автоматизованої системи необхідно розробити відповідні засоби автоматизованого проектування інтер'єру та програмне забезпечення з людино-машинним інтерфейсом для введення вихідних даних і збереження результатів. На основі датасету 3D-FRONT було виконано налаштування нейронної мережі ATISS для задач автоматизованого проектування кухонь та віталень, враховуючи стиль кімнат та кількість речей. Розроблено web-додаток для взаємодії з користувачем, який складається з серверної частини на FastAPI та фронтенд частини на Gradio. При проектуванні користувач може завантажувати фотографії приміщень для генерації інтер'єрів і в результаті отримати 3D-модель кімнати.

Ключові слова: проектування інтер'єрів, нейронні мережі, автоматизовані системи.

Вступ

Задача проектування інтер'єру вимагає особливого підходу, оскільки поєднує естетичні вимоги замовника, обов'язкову функціональність приміщення та бажання відповідати сучасним дизайнерським трендам. Разом з тим, індустрія дизайну інтер'єрів також постійно еволюціонує, враховуючи новітні технології та досягнення в області штучного інтелекту. На ринку дизайну з'явилися такі продукти як InteriorAI, HomeDesignsAI, Planner 5D, що дозволяють виконувати проектування інтер'єрів кімнат та будинків у 3D форматі. Проте ці моделі штучного інтелекту поки що є відносно негнучкими і можуть додавати на фото об'єкти, яких не існує в базах даних магазинів. Найбільш перспективною на сьогодні вважається ATISS – інноваційна авторегресійна трансформерна архітектура нейронних мереж, призначена для створення синтетичних середовищ у приміщенні на основі заданого типу приміщення та плану поверху [1]. Основним принципом ATISS є здатність використовувати еквівалентність перестановок трансформера при умові часткової сцени. Ця особливість дозволяє моделі залишатися інваріантною до розташування об'єктів при генерації, тим самим підвищуючи її гнучкість. Проте в даній моделі не враховано можливість задавати параметри генерації, зокрема визначати бажаний стиль кімнати (східний, середземноморський, інші), визначати об'єкти яких класів та в якій кількості мають бути присутні на фото, та можливість додавання фото плану своєї кімнати для генерації.

Метою роботи є підвищення ефективності проектування інтер'єру шляхом розробки автоматизованої системи на основі нейромережі архітектури ATISS, що дозволяє враховувати додаткові персональні вимоги замовника.

Результати дослідження

Для тренування моделі генерації інтер'єру в роботі використано датасет 3D FRONT, що складається з 18 797 кімнат, створених професійними дизайнерами [2]. Було натреновано три окремі моделі, які використовувалися окремо для генерації спалень, віталень та столових кімнат. Модель для спалень досягнула значення 19,18 за функцією втрат від'ємного натурального логарифму (negative loss likelihood), що продемонстровано на рисунку 1. Ця функція втрат складається з суми втрат для задачі передбачення класу об'єкту, кута його повороту, положення та розміру. Для віталень та столових кімнат це значення складало 25,6 та 22,7 відповідно. Вищі значення можуть бути пояснені меншою тренувальною вибіркою, що негативно вплинуло на результати моделі.

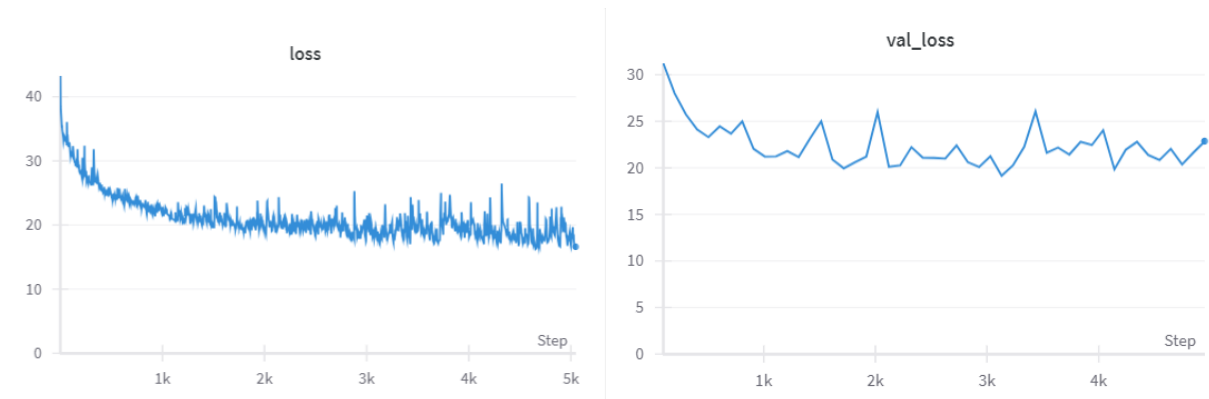


Рис. 1. Функція втрат на тренуванні та валідації моделі для спалень

Загалом, модель погано відпрацьовує випадки, коли користувач вимагає певних неприродних кількостей об'єктів певних класів у кімнаті. Це пов'язано з тим, що модель вчилася на природних кімнатах, які були розроблені дизайнерами. Тим не менш, при розумних запитах до моделі, вона генерує гарні інтер'єри (рис. 2)

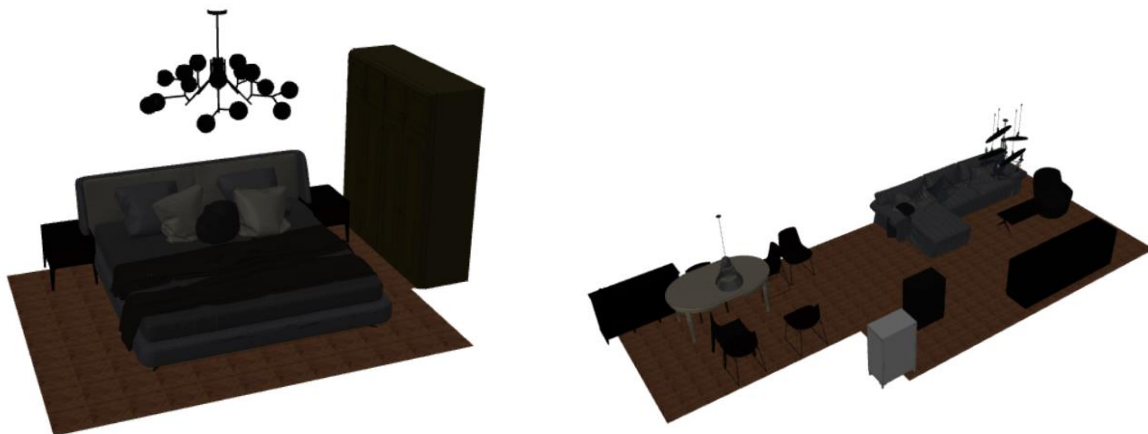


Рис. 2. Приклад правильної генерації спальні та вітальні

Наступним кроком для розробки програмного забезпечення системи автоматизованого проектування інтер'єру. Задача backend-частини полягає у зверненні до нейронної мережі та передача згенерованих 3D моделей на frontend. Для підтримки цього функціоналу вистачить одного end-point, що здатен приймати на вхід зображення, що описує кімнату, у форматі файлу, а також бажаний стиль, тип кімнати, об'єкти інтер'єру та розміри картинки опису кімнати у форматі json. Цей сервіс було реалізовано за допомогою

фреймворку FastAPI, що дозволяє швидко та зручно створювати додатки подібного типу. Для розробки frontend було використано фреймворк Gradio, що широко застосовується спеціалістами з глибокого навчання для демонстрації роботи моделей. Його головними перевагами є гарний дизайн, простий API на мові Python та широка підтримка великої кількості можливих засобів введення та візуалізації даних. UML-діаграма роботи web-додатку представлена на рис. 3.

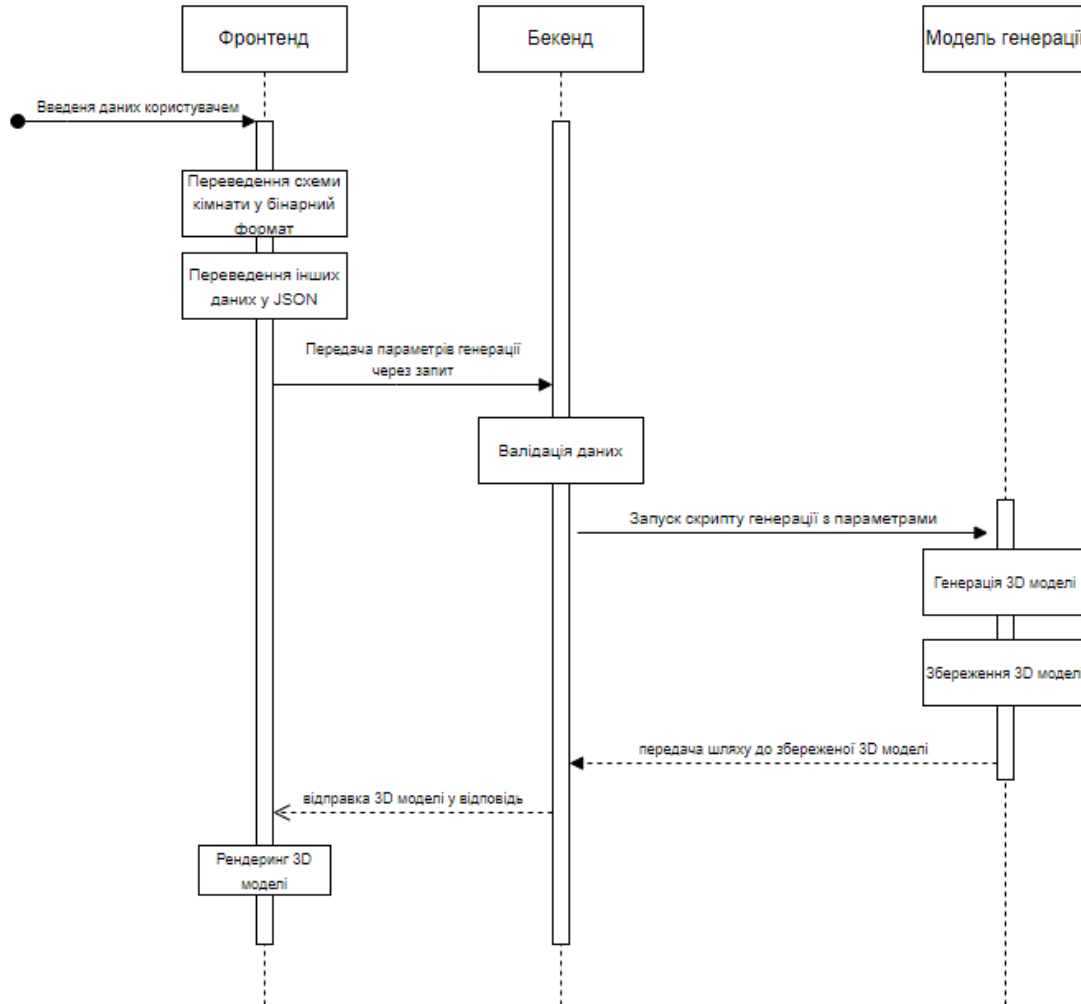


Рис. 3. UML-діаграма функціонування web-додатку

Frontend частина системи загорнута у окремий Docker контейнер, що дозволяє зробити модель та користувацьке представлення незалежними один від одного.

Висновки

Запропоновано автоматизовану систему проєктування інтер'єру на основі нейронної мережі ATISS, якість роботи якої підвищено за рахунок навчання на спеціально відібраних даних та врахування додаткових параметрів. Розроблено програмне забезпечення системи проєктування інтер'єру, що дозволяє задавати вхідні дані у вигляді фото і отримувати 3D-модель кімнати на виході. Після проєктування користувачу також надається номенклатура предметів інтер'єру, запропонованих для оформлення кімнати.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Paschalidou, D., Kar, A., Shugrina, M., Kreis, K., Geiger, A., & Fidler, S. (2021). ATISS: Autoregressive Transformers for Indoor Scene Synthesis. In Proc. of the 35th Conference on Neural Information Processing Systems (NeurIPS 2021), Sydney, Australia
- [2] Fu, H., Cai, B., Gao, L., Zhang, L., Wang, J., Li, C., Zeng, Q., Sun, C., Jia, R., Zhao, B., & Zhang, H. (2020). 3D-FRONT: 3D Furnished Rooms with layOuts and semaNTics
- [3] Github: Code for "ATISS: Autoregressive Transformers for Indoor Scene Synthesis", NeurIPS 2021 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://github.com/nv-tlabs/ATISS>

Ковалюк Дмитро Олександрович — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технічних та програмних засобів автоматизації, e-mail: d.kovalyuk@kpi.ua;

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ

Ковалюк Олег Олександрович — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерних систем управління, e-mail: oleh.kovalyuk@vntu.edu.ua

Вінницький національний технічний університет, Вінниця;

Малицький Вадим Валентинович — Senior Data Scientist, AUG.global.

D. O. Kovaliuk¹
O. O. Kovaliuk²
V. V. Malitskyi²

Use of artificial intelligence in automated interior design tasks

¹ National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

²Vinnitsia National Technical University

The paper analyses current trends in interior design. It is shown that the most promising way to take into account the personalized requirements of customers and the variety of interior objects is the development of automated systems. This will allow to increase work efficiency by reducing the burden on designers, reducing task completion time, and allowing to make changes to projects more quickly. For the operation of such automated system, it is necessary to develop appropriate computer-aided interior design tools and human-machine interface software for inputting data and saving results. Based on the 3D-FRONT dataset, the ATISS neural network was configured for the task of automated design of kitchens and living rooms, taking into account the style of the rooms and the number of things. A web application for interaction with the user has been developed, which consists of a server part on FastAPI and a front-end part on Gradio. The user can upload photos of rooms to generate interiors and get a 3D model of the room as a result.

Keywords: interior design, neural networks, automated systems.

Kovaliuk Dmytro Oleksandrovych — Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Automation Hardware and Software Department

Kovaliuk Oleh Oleksandrovych — Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Computer Control Systems Department;

Malitskyi Vadym Valentynovych — Senior Data Scientist, AUG.global