

УДК 658.5

Можливості використання великих мовних моделей у вирішенні інженерних задач

А.А. Куниця¹, Ю.В. Лашина¹
1-КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

Анотація. Робота присвячена аналізу публікацій, в яких досліджувались можливості застосування великих мовних моделей у вирішенні таких інженерних задач: проектування конструкцій, оцінка технологічності, створення виробничих інструкцій, оптимізація конструкцій тощо. Використання великих мовних моделей в задачах проектування та підготовки виробництва відкриває значні можливості для автоматизації рутинної діяльності, інтерпретації складних даних та підтримки інженерних процесів. Однак розглянуті дослідження підкреслюють обмеження великих мовних моделей у роботі зі складними просторовими та геометричними даними. Важливим напрямком майбутніх досліджень є розвиток великих мультимодальних моделей, які поєднують текстову і геометричну інформацію, а також їх інтеграція з геометричними ядрами та CAD-системами, налаштування моделей для ефективної роботи з ними.

Ключові слова: великі мовні моделі; великі мультимодальні моделі; проектування; виробництво.

Великі мовні моделі (англ. – *Large Language Models, LLM*) протягом останніх років набули значного розвитку і продемонстрували значний потенціал в обробці та генерації тексту для вирішення різноманітних задач [1]. В результаті подальших досліджень в напрямку розширення можливостей *LLM* за рахунок додавання інших модальностей, таких як зображення, відео та аудіо, були розроблені великі мультимодальні моделі (англ. – *Large Multimodal Model, LMM*). *LMM* – це вдосконалений тип великої мовної моделі, який може обробляти різні типи даних, такі як текст, зображення, аудіо, відео. Таким чином, однією з ключових особливостей *LMM* є можливість інтеграції та інтерпретації інформації з різних джерел даних [1].

Враховуючи ускладнення інженерних проєктів, виникнення нових виробничих технологій, скорочення термінів розробки, та зростання конкуренції на світових ринках, актуальними проблемами сучасного виробництва є: автоматизація рутинних задач, підвищення якості та швидкості прийняття інженерних рішень, інтерпретація складних даних та накопичення позитивного досвіду проектування і виробництва. Виходячи з цього, важливим питанням є: в якій сфері інженерної діяльності і наскільки успішно можуть бути використані сучасні технології машинного навчання, зокрема великі мультимодальні моделі.

Цей огляд присвячений аналізу публікацій стосовно можливостей великих мовних моделей у вирішенні інженерних задач, таких як проектування конструкцій, технологічне підготовлення виробництва та оптимізація.

В роботі [2] представлено комплексну оцінку можливостей мультимодальних моделей *GPT-4V* та *LLaVA*, які працюють з текстами та зображеннями, у виконанні таких інженерних завдань: концептуальне проектування, системне та детальне проектування, проектування, орієнтоване на виробничі процеси та процеси контролю, а також задачі інженерного навчання. Зокрема, виконувався аналіз подібності ескізу, генерація CAD, оптимізація топології та оцінка технологічності. Незважаючи на перспективні результати, дослідження продемонструвало наявні обмеження в роботі зі складними просторовими даними.

У роботі [3] розглянуто можливості *LLM* у підтримці всього циклу проектування та виробництва, включаючи такі завдання: перетворення текстових запитів в проєктну специфікацію, перетворення проєкту у виробничі інструкції, створення простору проєкту та

варіантів конструкції, обчислення ефективності конструкції та пошук конструкцій в залежності від оцінки їх ефективності. В дослідженні продемонстровано здатність *GPT-4* підтримувати процес ітеративного вдосконалення конструкції на основі зворотного зв'язку. Проте виявлені труднощі з обробкою просторових даних і роботою у складних багатозадачних умовах. Також *GPT-4* використовувався для вибору виробничого процесу, з урахуванням наступних факторів: геометрія деталі, матеріал, обсяг виробництва та вимоги до точності. Крім цього, *GPT-4* протестовано в задачах вдосконалення конструкцій деталей для обробки на ЧПУ та створення інструкцій для адитивних і субтрактивних процесів виробництва. Авторами роботи виявлено, що поточні обмеження *LLM*, такі як труднощі в роботі з просторовими даними, складність у роботі з геометрією та низька масштабованість, є суттєвими викликами.

Автори роботи [4] акцентують увагу на можливостях *LLM* підтримувати творчі та аргументовані обговорення в процесі інженерного проектування. Запропоновано концепцію "цифрового артефакту", що дозволяє інтегрувати креативні процеси в автоматизовану підтримку дискусій у команді, а також включає зовнішні процеси, такі як моделювання та проведення експериментів. Цей підхід відкриває нові можливості для використання *LLM* у задачах, які вимагають творчого мислення та аргументації, підтримуючи процеси прийняття рішень у проектуванні.

Розглянуті дослідження підкреслюють, що *LLM* мають значні обмеження у роботі зі складними просторовими даними та геометрією, а також масштабуванням для складних інженерних завдань. Можливі напрямки подолання зазначених проблем включають: ієрархічне розбиття завдань, ітеративне вдосконалення моделей та інтеграцію зі спеціалізованими інструментами. Важливим аспектом є розвиток мультимодальних моделей, які можуть поєднувати текстову і геометричну інформацію.

Висновки

Використання великих мовних моделей (*LLM*) в діяльності, пов'язаній з проектуванням та підготовкою виробництва відкриває значні можливості для автоматизації рутинних задач, інтерпретації складних даних та підтримки інженерних процесів. Однак поточні дослідження підкреслюють обмеження *LLM* у роботі зі складними просторовими та геометричними даними, що є критичним для багатьох інженерних завдань.

Подальше вирішення цих проблем може бути здійснено шляхом інтеграції *LLM* з геометричними ядрами та *CAD*-системами, а також налаштування моделей для ефективної роботи з ними. Така інтеграція дозволить поєднати потужність мовних моделей в обробці текстової інформації з можливостями спеціалізованих інструментів для роботи з геометрією та просторовими даними.

Список літератури

9. 1. Huang, D.; Yan, C.; Li, Q.; Peng, X. "From Large Language Models to Large Multimodal Models: A Literature Review.", *Appl. Sci.*, 2024, 14, 5068, <https://doi.org/10.3390/>
10. 2. Picard, Cyril, Kristen M. Edwards *et al.* "From Concept to Manufacturing: Evaluating Vision-Language Models for Engineering Design." *ArXiv abs/2311.12668* (2023), <https://doi.org/10.48550/arXiv.2311.12668>
11. 3. Makatura, L., Foshey, M., Wang, B. *et al.* "How Can Large Language Models Help Humans in Design And Manufacturing? Part 1: Elements of The LLM-Enabled Computational Design and Manufacturing Pipeline." *Harvard Data Science Review*, 2024, <https://dx.doi.org/10.1162/99608f92.cc80fe30>.
12. 4. Göpfert, J., Weinand, J.M., Kuckertz, P., Stolten, D. "Opportunities for Large Language Models and Discourse in Engineering Design". *Energy and AI*, Vol. 17, 2024, <https://doi.org/10.1016/j.egyai.2024.100383>.

Opportunities of Using Large Language Models in Solving Engineering Problems

A. Kunytsia¹, Y. Lahyna¹

1 – Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Kyiv, Ukraine

Abstract. *The work is devoted to the analysis of publications that investigated the opportunities of using large language models in solving the following engineering tasks: CAD generation, manufacturability assessment, topology optimization, creating manufacturing instructions, etc. The use of large language models in the tasks of design and manufacturing planning opens up significant opportunities for automating routine activities, interpreting complex data and supporting engineering processes. However, the studies considered emphasize the limitations of large language models in working with complex spatial and geometric data. An important direction of future research is the development of large multimodal models that combine text and geometric information, as well as their integration with geometric kernels and CAD systems, and configuring models for effective work with them.*

Keywords: *large language models; large multimodal models; design; manufacture.*