

МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕДІНКИ М'ЯКИХ БІОЛОГІЧНИХ ТКАНИН ЗА ДОПОМОГОЮ СИМВОЛЬНОЇ РЕГРЕСІЇ

Фоменко Н.О., Ларін О.О.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

М'які біологічні тканини схожі за механічними властивостями на гумоподібні матеріали, що зустрічаються у багатьох інженерних задачах. Математичні моделі з описом їхньої поведінки знаходять застосування в багатьох практичних задачах, де комп'ютерне моделювання допомагає в проектуванні, синтезі, аналізі та прогнозуванні. Ці моделі зазвичай спираються на дані експериментів [1]. Сучасні тенденції у даній галузі спрямовані на застосування методів машинного навчання для ідентифікації моделей матеріалів та найкращого підбору їхніх параметрів. З-поміж різних підходів, нещодавно було «перевідкрито» метод символної регресії, який може стати перспективним інструментом для широкого спектру застосувань у механіці [2].

У цій роботі ми пропонуємо дослідити використання підходу символної регресії для отримання моделей нелінійного гіперпружного та в'язко-пружного деформування матеріалів. Для реалізації використали фреймворк для задач символної оптимізації Deep Symbolic Optimization [3]. Було згенеровано синтетичні дані гіперпружних матеріалів (моделі Нео-Гука і Муні-Рівліна) та лінійної в'язко-пружної моделі, які в поєднанні можуть описувати деформації м'яких біотканин, та підібрано параметри для навчальної моделі (такі як: метрика для оцінки похибки моделі, оптимізаційний алгоритм – ADAM, та ін.).

Результати представлені у вигляді аналітичних виразів, а також у вигляді дерев графів. Побудовано графіки апроксимуючих функцій у порівнянні з вхідними даними та ітераційні залежності збіжності символної регресії для проаналізованих випадків. Результати демонструють здатність методу символної регресії враховувати залежну від часу та складну природу в'язко-пружного деформування. Однак існує проблема з параметрично заданими періодичними змінами в часі, що становить інтерес для подальших досліджень.

Література:

1. Viazovychenko, Y., Larin, O. Stochastic Optimization Algorithms for Data Processing in Experimental Self-heating Process. ICTM 2020. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 188. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-66717-7_55 (date of access: 11.05.2024).
2. Abdusalamov R., Kaplunov J., Itskov M. Discovering asymptotic expansions for problems in mechanics using symbolic regression. *Mechanics Research Communications*. 2023. P. 104197. URL: <https://doi.org/10.1016/j.mechrescom.2023.104197> (date of access: 11.05.2024).
3. Landajuela, M., Lee, C.S., Yang, J., Glatt, R., Santiago, C.P., Aravena, I., Mundhenk, T., Mulcahy, G. and Petersen, B.K. A unified framework for deep symbolic regression. *Advances in Neural Information Processing Systems*. 2022. 35, pp.33985-33998. URL: <https://openreview.net/forum?id=2FNnBhwJsHK> (date of access: 11.05.2024).