

УДК 621.865

Роман Михайлишин канд. техн. наук; Іван Віргала канд. техн. наук, проф.; Енн Масвич Фей канд. техн. наук, проф.; Якіясу Домае канд. техн. наук, проф.; Кенсукє Харада канд. техн. наук, проф.

Американ Юніверситі Київ, Україна

Технологічний університет в Кошице, Словацька Республіка

Техаський університет в Остіні, Сполучені Штати Америки

Національний інститут передової промислової науки і технологій, Японія

Університет Осаки, Японія

СТРУМИННІ ЗАХОПЛЮВАЛЬНІ СИСТЕМ В РОБОТОТЕХНІЦІ: ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ

Roman Mykhailyshyn Ph.D.; Ivan Virgala Ph.D., Prof.; Ann Majewicz Fey Ph.D., Prof.; Yukiyasu Domae Ph.D., Prof.; Kensuke Harada Ph.D., Prof.

JET GRASPING SYSTEMS IN ROBOTICS: STUDY AND APPLICATION

Захоплювальні системи в робототехніці є основною системою взаємодії робота із навколишнім середовищем. Тому наразі є безліч захоплювальних системи [1-5], що дозволяють реалізувати автоматичне захоплення та маніпулювання різних об'єктів. Часто можна зустріти пневматичні захоплювачі [2] із різними варіаціями при експлуатації як промислових так і інших типів роботів. Критичну відмінність від усіх видів пневматичних захоплювальних систем мають струминні [6-20] Рис. 1. Їх детальний аналіз переваг та недоліків під час процесу захоплення було проведено авторами [2].

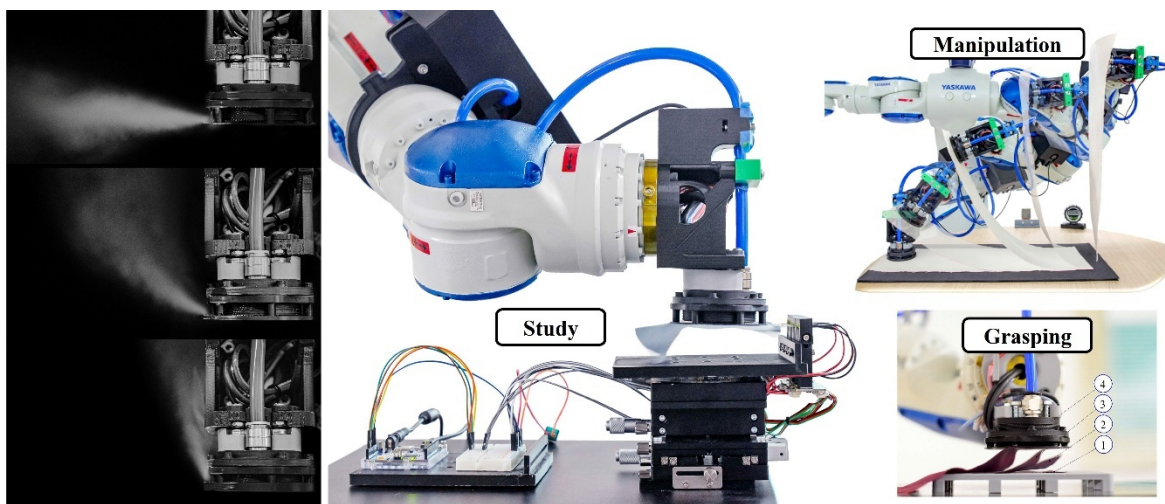


Рис. 1. Система фундаментального дослідження та експлуатації струминних захоплювальних пристроїв в промисловому середовищі.

В результаті можна виділити два види струминних захоплювачів, що найчастіше експлуатуються Бернуллі [6-14] та Вихрові [15-17]. Проте проведені раніше дослідження базувалися лише на процесі захоплення та вивчення силових характеристик. Тому в подальшому автори більш детально підішли до питання вивчення струминних захоплювальних систем аналізуючи взаємодію із гнучкими об'єктами [18-20]. Це дозволило фундаментально оцінити процес експлуатації струминних захоплювачів (Рис. 1), враховуючи процес, дослідження, конструювання, захоплення, утримування та маніпулювання об'єктів.

Такий підхід виявився надзвичайно ефективний, так як дозволяє розглядати інплементацію технологій з мінімальними капіталовкладенням з сторони інтеграторів автоматизованих систем. Наступні етапи розробки захоплювальних систем будуть мати на

меті використання систем штучного інтелекту при проектуванні, для забезпечення мінімального часу від ідеї до отримання робочого прототипу. Одним із прикладів розробки подібних систем є розумні асистенти дизайну [21].

Література

1. Fantoni, G., Santochi, M., Dini, G., Tracht, K., Scholz-Reiter, B., Fleischer, J., ... & Verl, A. (2014). Grasping devices and methods in automated production processes. *CIRP annals*, 63(2), 679-701.
2. Mykhailyshyn, R., Savkiv, V., Maruschak, P., & Xiao, J. (2022). A systematic review on pneumatic gripping devices for industrial robots. *Transport*, 37(3), 201-231.
3. Wolf, A., & Schunk, H. (2019). *Grippers in Motion*, 331. Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG.
4. Raval, S., & Patel, B. (2016). A review on grasping principle and robotic grippers. *International Journal of Engineering Development and Research*, 4(1), 483-490.
5. Long, Z., Jiang, Q., Shuai, T., Wen, F., & Liang, C. (2020, March). A systematic review and meta-analysis of robotic gripper. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 782, No. 4, p. 042055). IOP Publishing.
6. Shi, K., & Li, X. (2018). Experimental and theoretical study of dynamic characteristics of Bernoulli gripper. *Precision Engineering*, 52, 323-331.
7. Tomar, A. S., Hellum, A., Kamensky, K., & Mukherjee, R. (2024). Flow Physics of a Rotating Bernoulli Pad: A Numerical Study. *Journal of Fluids Engineering*, 146(9).
8. Ozelik, B., Erzincanli, F., & Findik, F. (2003). Evaluation of handling results of various materials using a non-contact end-effector. *Industrial Robot: An International Journal*, 30(4), 363-369.
9. Mykhailyshyn, R., Duchoň, F., Mykhailyshyn, M., & Majewicz Fey, A. (2022). Three-dimensional printing of cylindrical nozzle elements of bernoulli gripping devices for industrial robots. *Robotics*, 11(6), 140.
10. Mykhailyshyn, R., Savkiv, V., Boyko, I., Prada, E., & Virgala, I. (2021). Substantiation of parameters of friction elements of Bernoulli grippers with a cylindrical nozzle. *International Journal of Manufacturing, Materials, and Mechanical Engineering (IJMMME)*, 11(2), 17-39.
11. Liu, D., Liang, W., Zhu, H., Teo, C. S., & Tan, K. K. (2017, July). Development of a distributed Bernoulli gripper for ultra-thin wafer handling. In *2017 IEEE International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM)* (pp. 265-270). IEEE.
12. Mykhailyshyn, R., Duchoň, F., Virgala, I., Sinčák, P. J., & Majewicz Fey, A. (2023). Optimization of outer diameter bernoulli gripper with cylindrical nozzle. *Machines*, 11(6), 667.
13. Sam, R., & Buniyamin, N. (2012, November). A Bernoulli principle based flexible handling device for automation of food manufacturing processes. In *2012 International Conference on Control, Automation and Information Sciences (ICCAIS)* (pp. 214-219). IEEE.
14. Mykhailyshyn, R., & Xiao, J. (2022). Influence of inlet parameters on power characteristics of Bernoulli gripping devices for industrial robots. *Applied Sciences*, 12(14), 7074.
15. Zhai, P., Xu, Z., Yin, Z., Li, X., Xie, B., & Wu, H. (2025). Simulation and Experimental Analysis of Contactless Chip Pickup Process Based on a Vortex Flow Gripper. *IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing*.
16. Lyu, X., Dai, H., Shi, K., & Li, X. (2024). Experimental study on radial suction flow and its effect in water vortex unit. *Physics of Fluids*, 36(6).
17. Mykhailyshyn, R., & Fey, A. M. (2024, June). Low-contact grasping of soft tissue using a novel vortex gripper. In *2024 International Symposium on Medical Robotics (ISMR)* (pp. 1-6). IEEE.
18. Mykhailyshyn, R., Savkiv, V., Fey, A. M., & Xiao, J. (2022). Gripping device for textile materials. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 20(4), 2397-2408.
19. Mykhailyshyn, R., Fey, A. M., & Xiao, J. (2023). Finite element modeling of grasping porous materials in robotics cells. *Robotica*, 41(11), 3485-3500.
20. Mykhailyshyn, R., Fey, A. M., & Xiao, J. (2023). Toward Novel Grasping of Nonrigid Materials Through Robotic End-Effector Reorientation. *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, 29(4), 2614-2624.
21. Makatura, L., Foshey, M., Wang, B., Hähnlein, F., Ma, P., Deng, B., ... & Matusik, W. (2024). 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*, (Special Issue 5).