

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ГРАНИЧНОГО ШАРУ ІНДУСТРІАЛЬНОГО ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

Клівець С.І., Кулешов О.В.
Харківський національний університет Повітряних Сил
імені Івана Кожедуба, Харків, Україна

Характерні риси індустріального Інтернету речей (IIoT), що відрізняють його від звичайного Інтернету речей (IIoT), є такими: жорсткі вимоги до надійності, стійкості, відмовостійкості, безпеки; детермінізм і низька затримка; складна інтеграція з існуючими системами; гетерогенність: різні типи сенсорів, виконавчих пристроїв, протоколів, різні реальні умови (температура, вологість, електромагнітні перешкоди); великий обсяг даних на периферії [1, 2].

Отже, IIoT має ті самі базові елементи, що й IIoT, але з більш жорсткими вимогами, суворішими обмеженнями та вищим рівнем критичності [3]. При розгортанні IIoT виникає низка проблем, зокрема, пов'язаних з нестачею ресурсів на граничному шарі [4]. Для оптимізації використання ресурсів потрібно формалізувати відповідні процеси.

У доповіді пропонується математична модель процесу функціонування граничного шару IIoT, котра дозволяє формалізувати баланс черг, ресурси, передавання задач між вузлами.

В якості цільової функції розглядається мінімізація математичного сподівання функціоналу сукупних втрат та затримок. Для врахування витрат критичних ресурсів, таких як, наприклад, енергія для мобільних пристроїв, до цільової функції додається штраф за використання таких ресурсів. У математичній моделі розглядається як горизонтальне, так і вертикальне масштабування. До горизонтального масштабування відносяться такі дії: динамічне додавання або активація нових вузлів або переміщення задач на менш завантажені вузли. Вертикальне масштабування досягається за рахунок зміни доступного ресурсу для конкретних пристроїв граничного шару, наприклад, збільшення CPU частоти, алокації пам'яті тощо.

Список літератури

1. Zhang, X., Wang, X., Xu, X. & Duan, L. (2023) *Resource Management in Mobile Edge Computing: A Comprehensive Survey*. DOI: <https://doi.org/10.1145/3589639>
2. Li, H., Liu, Y., Zhou, X., Vasilakos, X., Nejabati, R., Yan, S. & Simeonidou, D. (2023) *Adaptive resource management for edge network slicing using incremental multi-agent deep reinforcement learning*. arXiv: URL: <https://arxiv.org/abs/2310.17523>
3. AlQerm, I., Wang, J., Pan, J. & Liu, Y. (2021) *BEHAVE: Behavior-Aware, Intelligent and Fair Resource Management for Heterogeneous Edge-IIoT Systems*. IEEE Trans. on Mobile Computing. DOI: <https://doi.org/10.1109/TMC.2021.3068632>
4. Mhamdi, L. & Abdul Khalek, H. (2023) *Congestion control in constrained Internet of Things networks*. IET Wireless Sensor Systems, 13(6), pp.247–255. DOI: <https://doi.org/10.1049/wss2.12072>