

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ НЕСПРАВНОСТЕЙ У ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМАХ НА ОСНОВІ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

Сучасне виробництво вимагає високого рівня автоматизації для забезпечення стабільності та ефективності процесів. Моніторинг стану обладнання є критично важливим, оскільки своєчасне виявлення несправностей дозволяє знизити простої, зменшити витрати на ремонт і підвищити продуктивність. Використання технологій машинного навчання для прогнозування відмов обладнання відкриває нові можливості в галузі інтелектуального моніторингу.

Метою дослідження є розробка програмного забезпечення для моніторингу несправностей у виробничих системах з використанням алгоритмів машинного навчання для забезпечення своєчасного прогнозування відмов обладнання.

Для вирішення задачі моніторингу несправностей обладнання було обрано технологію машинного навчання з використанням алгоритму «Швидке дерево» (FastTree, ШД) [1]. Цей алгоритм продемонстрував високу точність у класифікації стану обладнання, особливо в умовах обмеженої кількості даних. У порівнянні з іншими методами, такими як «Випадкові ліси» (Random Forest) або метод опорних векторів (Support Vector Machines) [2], ШД забезпечив оптимальний баланс між швидкістю тренування моделі та її точністю. Окрім того, цей алгоритм є менш чутливим до нерівномірного розподілу вибірки, що важливо для роботи з реальними даними, де часто зустрічається дисбаланс між класами.

Програмний модуль розроблено для інтеграції у виробничі системи та автоматизації процесу моніторингу. Система включає кілька ключових функцій:

- завантаження даних з CSV-файлів із перевіркою їхньої відповідності заданому формату;
- автоматичну обробку пропущених значень за допомогою заміни середніми значеннями для кожної змінної, що гарантує цілісність даних перед тренуванням моделі;
- реалізацію моніторингу параметрів обладнання в реальному часі. Система використовує зчитування параметрів, таких як температура процесу, швидкість обертання, крутний момент і зношування інструменту, для створення прогнозів про стан обладнання;
- прогнозування стану обладнання з виведенням імовірності несправності та рекомендацій для оператора.

Процес побудови моделі включав тренування на даних, що були поділені на тренувальну (80%) і тестову (20%) вибірки. Алгоритм FastTree використовувався для створення прогнозної моделі на основі об'єднаних ознак, таких як температура, швидкість та інші технічні параметри.

Результати тренування моделі демонструють її високу ефективність у завданні класифікації:

- точність: 99,48%, що свідчить про майже ідеальну здатність моделі правильно визначати стан обладнання;
- AUC (площа під ROC-кривою): 99,18%, що відображає баланс між чутливістю та специфічністю моделі;
- F1-міра: 92,37%, яка вказує на високу збалансованість між точністю та повнотою.

Модуль також забезпечує моніторинг у реальному часі з виведенням зрозумілих для оператора прогнозів. Наприклад, система може вказати на високу ймовірність відмови обладнання та порекомендувати технічне обслуговування, попереджаючи збої у виробничих процесах.

Розроблене програмне забезпечення для моніторингу несправностей у виробничих системах на основі машинного навчання демонструє високі показники ефективності. Вибір алгоритму ШД забезпечив точність і швидкість тренування моделі, що дозволяє інтегрувати її у виробничі процеси з мінімальними витратами на ресурси. Система є надійним інструментом для прогнозування відмов обладнання, що сприяє підвищенню ефективності виробництва, зниженню простоїв та витрат на обслуговування. У подальшому можна розширити функціонал за рахунок включення нових параметрів моніторингу та адаптації моделі до різних умов експлуатації.

Список використаних джерел

1. Pung, B. T. W., & Chan, A. FastTrees: Parallel Latent Tree-Induction for Faster Sequence Encoding. 2021. 10 p.
2. Sheykhmousa, M., Mahdianpari, M., Ghanbari, H., Mohammadimanesh, F., Ghamisi, P., & Homayouni, S. Support vector machine versus random forest for remote sensing image classification: A meta-analysis and systematic review. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing. 2020. Vol. 13, pp. 6308-6325.