

СЕКЦІЯ: НОВІ МАТЕРІАЛИ, МІЦНІСТЬ І ДОВГОВІЧНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ

УДК 539.42, 004.032.26,

А. Г. Микитишин, канд. техн. наук, доцент, І. С. Дідич, доктор філософії, Р. І. Яцишин

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ КЛАСИФІКАЦІЇ ДАНИХ В КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ

A. H. Mykytyshyn., Ph.D., Assoc. Prof., I. S. Didych, Ph.D., R. I. Yatsyshyn

APPLICATION OF MACHINE LEARNING METHODS FOR DATA CLASSIFICATION IN COMPUTERIZED CONTROL SYSTEMS

Сучасні комп'ютеризовані системи керування технологічними процесами виконують критичні функції у промисловості, зокрема моніторинг, контроль і оптимізацію роботи обладнання. Зокрема, збільшення обсягів даних від сенсорів та інших пристроїв створює необхідність в інтелектуальній обробці та класифікації цих даних. Тому методи машинного навчання (ML), а саме, нейронні мережі, випадкові ліси, підсилені дерева, метод опорно-векторних машин та k -найближчих сусідів є перспективним інструментом для класифікації вхідних даних, виявлення аномалій і покращення автоматизованих рішень у таких системах [1].

Відомо, що методи машинного навчання дозволяють комп'ютерам аналізувати дані, виявляти закономірності та приймати рішення без явного програмування для кожного завдання. Ці методи дозволяють обробляти великі обсяги інформації, адаптуватися до змін умов і покращувати свої результати з часом [2].

Важливими етапами для класифікації даних є збір і обробка даних, побудова моделей та інтеграція їх в систему. На першому етапі, дані надходять із сенсорів і систем моніторингу, зокрема, важливою є попередня обробка даних, тобто, нормалізація, усунення шуму, обробка пропущених значень. Тоді як побудова моделей складається з вибору методу класифікації, котрий залежить від особливостей даних та вимог системи, а також навчанні моделей на даних для забезпечення точності прогнозів. Далі виявлення аномалій чи класифікація подій ініціює дії системи (наприклад, аварійне вимкнення).

Нейронні мережі (НМ) є потужним методом для роботи зі складними залежностями. Це моделі, котрі складаються з шарів штучних нейронів, та обробляють дані, виявляючи приховані залежності [3]. Зокрема, застосування багатословових НМ дозволяє класифікувати навіть великі та нелінійно розділені дані (рис.1).

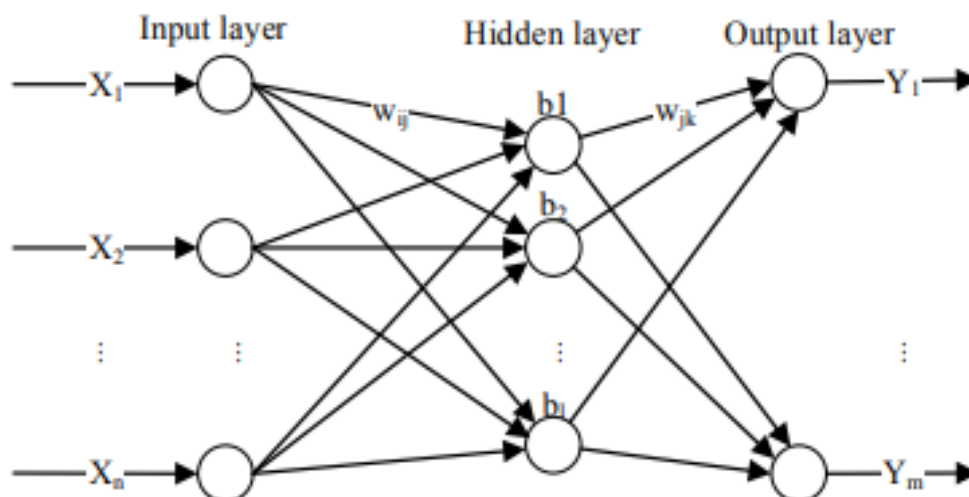


Рисунок 1. Архітектура трьохшарової НМ з прихованим та вихідним шаром нейронів [4]

Ефективним методом для обробки багатовимірних і багатофакторних даних є алгоритм випадкових лісів. Це ансамблевий метод, що створює безліч дерев рішень і об'єднує їхні результати. Зокрема, кожне дерево аналізує випадкову підмножину даних. Важливим є те, що моделі стійкі до шуму та перенавчання. Тоді як метод підсилених дерев послідовно будує дерева, кожне з яких виправляє помилки попереднього та дозволяє отримати високу точність класифікації.

Метод опорно-векторних машин застосовують для класифікації даних із чіткими межами між класами. Зокрема, алгоритм k -найближчих сусідів є простим і зрозумілим методом для класифікації нових даних за схожістю до навчальної вибірки та класифікує нову точку за класами найближчих до неї сусідів [5].

Перевагами застосування методів машинного навчання є швидка обробка даних у реальному часі, покращення точності контролю, зокрема, зменшення помилок у класифікації, підвищення ефективності виробничих процесів, тобто, автоматизовані рішення замість ручного аналізу та зниження витрат на обслуговування, а саме, раннє виявлення несправностей та їх запобігання.

Відомо, що у випадку роботи з матеріалами, які зазнають циклічних навантажень, особливо важливо проводити класифікацію даних, пов'язаних із втомним руйнуванням. Втомне руйнування - це поступове пошкодження матеріалів під дією повторюваних навантажень, що може призводити до катастрофічних наслідків у конструкціях. Для розв'язування таких задач, скористувались експериментальними даними для алюмінієвого сплаву Д16Т [6]. Як свідчать результати, наведені у працях [2, 7], методи машинного навчання дозволяють з високою точністю прогнозувати дані.

Методи машинного навчання, такі як нейронні мережі, випадкові ліси, підсилені дерева, опорно-векторні машини та метод k -найближчих сусідів, дозволяють ефективно вирішувати задачі класифікації даних у комп'ютеризованих системах керування технологічними процесами. Застосування цих методів сприяє підвищенню продуктивності, безпеки та надійності роботи систем у сучасній промисловості.

Література

1. Deng, F., He, Y., Zhou, S., Yu, Y., Cheng, H., Wu X., 2018 “Compressive strength prediction of recycled concrete based on deep learning,” *Constr. Build. Mater.*, 175, pp. 562-569.
2. Yasniy, O., Mytnyk, M., Maruschak, P., Myktyshyn, A., & Didych, I., 2024 “Machine learning methods as applied to modelling thermal conductivity of epoxy-based composites with different fillers for aircraft,” *Aviation*, 28(2), pp. 64-71.
3. Haykin, S., 2009 “Neural Networks and Learning Machines”, Third Edition, McMaster University, Hamilton, Ontario, Canada, 938 p.
4. A Comparison Study of Machine Learning Based Algorithms for Fatigue Crack Growth Calculation / H. Wang, W. Zhang, F. Sun, and W. Zhang // *Materials*. – 2017. – 10, №5. – P. 543.
5. Smola, A., & Vishwanathan, S. V. N., 2010. *Introduction to Machine Learning*. Cambridge University Press.
6. Ясній П. Вплив асиметрії циклу навантаження на характеристики циклічної тріщиностійкості алюмінієвого сплаву Д16Т / П. Ясній, Ю. Пиндус, В. Фостик // *Вісник Тернопільського державного технічного університету*. – 2007 – Т.12, №1. – С.7–12.
7. Didych, I., Yasniy, O., Pasternak, I., Sobashek, L., 2022. Modelling of AL-6061 aluminum alloy deformation diagrams by machine learning methods. *Procedia Structural Integrity* 42, 1344-1349.