

УДК 539.42, 004.032.26,

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

Золотий, канд. техн. наук, доцент, П. А. Ясіновський

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна.

ІНТЕГРАЦІЯ АЛГОРИТМІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ

I. S. Didych, Ph.D., A. H. Mykytyshyn., Ph.D., Assoc. Prof., R. Z. Zoloty, Ph.D., Assoc. Prof., P. A. Yasinovskyi

INTEGRATION OF MACHINE LEARNING ALGORITHMS FOR OPTIMIZING AUTOMATED CONTROL PROCESSES

Автоматизація промислових систем є важливим елементом сучасного виробництва, що дозволяє забезпечити підвищення ефективності, точності та стабільності процесів. Промислові системи охоплюють широкий спектр галузей, зокрема, машинобудування, авіацію, енергетику, будівництво. Інтеграція алгоритмів машинного навчання у ці системи відкриває нові можливості для аналізу великих обсягів даних, прогнозування стану обладнання та прийняття рішень у реальному часі. Тому застосування методів машинного навчання, зокрема, нейронних мереж, випадкових лісів, підсилених дерев, опорно-векторних машин та k -найближчих сусідів, є важливим для прогнозування залишкового ресурсу матеріалів та оцінки їх довговічності [1-2].

Нейронна мережа (НМ) - це обчислювальна модель, котра імітує роботу мозку людини, зокрема, процеси навчання та обробки інформації. НМ складається із штучних нейронів, організованих у шари, які працюють разом для виконання різноманітних задач, таких як розпізнавання образів, класифікація, прогнозування та інші [3]. Зокрема, кожен нейрон виконує просту математичну операцію, тобто, отримує вхідні дані, обробляє їх, застосовує функцію активації та передає результат далі. Модель штучного нейрона показано на рис. 1.

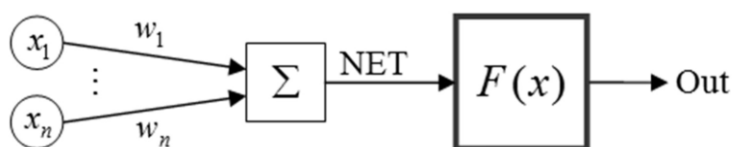


Рисунок 1. Модель штучного нейрона [3]

Основні типи функцій активації зображено на рис. 2.

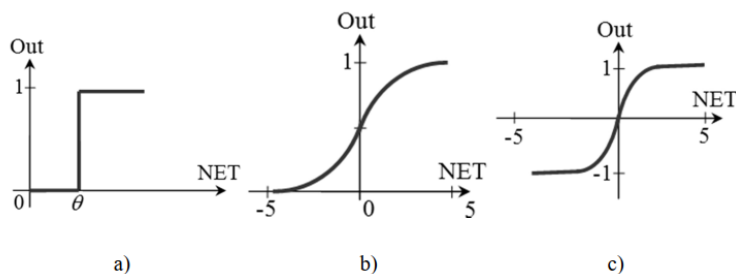


Рисунок 2. Функції активації нейронів (а) порогова, (б) сигмоїдна, (в) гіперболічний тангенс [3]

Відомо, що перевагами НМ є здатність автоматично знаходити складні залежності в даних без необхідності вказувати чіткі правила. Зокрема, НМ навчаються на великих обсягах даних, що підвищує точність і універсальність.

Алгоритм випадкових лісів є ансамблевим методом машинного навчання, котрий комбінує багато рішень різних дерев рішень для покращення точності прогнозування. Зокрема, алгоритм генерує безліч дерев рішень, кожне з яких навчається на випадковій підмножині даних. Кожне дерево використовує підмножину ознак, вибраних випадково. Тоді як в методі підсилених дерев моделі створюються послідовно, і кожна нова модель намагається виправити помилки попередньої. Тому, перша модель, тобто, дерево рішень, створюється для прогнозування цільових значень, а наступні моделі для корекції помилок попередніх шляхом прогнозування залишкових значень. Загалом, алгоритм усереднює результати їх передбачень.

Основна ідея методу опорно-векторних машин полягає в пошуку оптимальної гіперплощини, яка розділяє дані на класи з максимально можливою відстанню між ними. Завдяки правильному вибору параметрів методу вдається досягти високої точності прогнозування. Метод k -найближчих сусідів є простим, але ефективним підходом машинного навчання, який класифікує нову точку даних на основі класів її найближчих сусідів у просторі ознак [4].

Втомне руйнування є поступовим пошкодженням матеріалів під впливом циклічного навантаження. Для розв'язування задач механіки, зокрема, прогнозування діаграм втомного руйнування для оцінки залишкового ресурсу, скористались експериментальними даними для алюмінієвого сплаву Д16Т [5]. Результати, зазначені у працях [2,6] показують, що методами машинного навчання можна достатньо точно оцінювати поведінку втомної тріщини. Загалом, отримані результати добре узгоджуються з експериментальними даними.

Інтеграція алгоритмів машинного навчання в автоматизовані системи керування дозволяє забезпечити ефективне використання промислових ресурсів і мінімізувати людський фактор. Застосування різних методів (нейронних мереж, випадкових лісів, підсилених дерев, опорно-векторних машин і k -найближчих сусідів) створює можливості для точного керування процесами, що відповідає потребам сучасної промисловості.

Література

1. Mohanty, J. R., Verma, B. B., Parhi, D. R. K., Ray, D. R., 2009 “Application of artificial neural network for predicting fatigue crack propagation life of aluminum alloys,” Archives of Computational Mat. Sci. and Sur. Eng., 1(3), pp. 133-138.
2. O. Yasniy, I. Didych, Yu. Lapusta: Prediction of fatigue crack growth diagrams by methods of machine learning under constant amplitude loading, Acta Metallurgica Slovaca, 26(1), 2020, 31 –33.
3. Haykin, S., 2009 “Neural Networks and Learning Machines”, Third Edition, McMaster University, Hamilton, Ontario, Canada, 938 p.
4. Smola, A., & Vishwanathan, S. V. N., 2010. Introduction to Machine Learning. Cambridge University Press.
5. 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.
6. Yasniy, O., Mytnyk, M., Maruschak, P., Mykytyshyn, 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.