

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ

Вінницький Національний Технічний Університет

Анотація

Утримання систем водопостачання в належному технічному стані та своєчасне вирішення проблем є важливим в контексті підтримання безпеки, надійності та якості води, оптимізації використання ресурсів та економічної вигоди. Тому розробка нових методів та засобів для діагностування технічного стану електротехнічних комплексів у розподілених системах водопостачання є перспективним напрямком. У статті розглянуто використання штучних нейронних мереж для діагностування технічного стану електротехнічних комплексів розподілених систем водопостачання.

Ключові слова: електротехнічні комплекси, розподілені системи водопостачання, діагностування, нейронні мережі.

Abstract

Maintaining water supply systems in proper technical condition and timely addressing issues is crucial for ensuring safety, reliability, and water quality, optimizing resource utilization, and achieving economic benefits. Therefore, the development of new methods and tools for diagnosing the technical condition of electrical engineering complexes in distributed water supply systems is a promising direction. The article discusses the use of artificial neural networks for diagnosing the technical condition of electrical engineering complexes in distributed water supply systems.

Key words: electrical complexes, distributed water supply systems, diagnostics, neural networks.

Вступ

Водні ресурси являють собою стратегічний, життєво важливий природний ресурс, що має особливе значення. Вони є національним багатством кожної країни, однією з природних основ її економічного розвитку. Вони забезпечують усі сфери життя і господарської діяльності людини, визначають можливості розвитку промисловості й сільського господарства. Діагностування технічного стану розподілених систем водопостачання допомагає вчасно виявляти та вирішувати різні проблеми, такі як неполадки електротехнічних комплексів систем водопостачання, неефективність або втрати води в системі, збільшення терміну служби обладнання, мінімізація втрат для споживачів та підприємств тощо.

Метою статті є підвищення достовірності контролю та швидкодії системи технічної діагностики за рахунок використання штучних нейронних мереж для діагностування електротехнічних комплексів розподілених систем водопостачання.

Об'єктом дослідження є процеси в електротехнічних системах розподілених систем водопостачання.

Предметом дослідження є інформаційні ресурси з методів та засобів діагностування технічного стану електротехнічних комплексів розподілених систем водопостачання.

Основна частина

Основна мета діагностики електротехнічних комплексів розподілених систем водопостачання полягає у виявленні можливих несправностей, визначенні рівня їх тяжкості та розробці відповідних заходів для виправлення проблем.

Діагностування таких систем вимагає аналізу цілого комплексу компонентів та їх взаємодії. Для діагностування електротехнічних комплексів розподілених систем водопостачання важливо проводити постійний моніторинг режимів їх роботи. Це включає вимірювання електричних

параметрів, таких як струм, напруга, потужність, а також параметрів водопостачання, наприклад, тиск, пропускна здатність, рівень резервуарів [1].

Так, наприклад, моніторинг тиску передбачає встановлення приладів для постійного моніторингу тиску в системі водопостачання. Це можуть бути сенсори тиску, розташовані в різних точках системи. Інформація, зібрана цими приладами, допомагає виявити зміни в тиску, які можуть вказувати на проблеми. Відсутність тиску на виході насосної станції або на виході магістрального трубопроводу, значне зниження тиску між точками магістрального трубопроводу, постійне зростання тиску в трубопроводі при постійному значенні продуктивності насосної станції і т. д. вказують на відповідні несправності [2].

Розподілені системи водопостачання можуть містити багато різних компонентів, таких як насосні станції, водопровідні мережі, резервуари, контрольно-вимірювальні пристрої та інше [3].

Розподілену систему водопостачання можна представити за допомогою графа, де вершини представляють важливі елементи системи водопостачання, такі як резервуари, насоси, вентиля тощо. Ребра графа відображають зв'язки та залежності між цими елементами. Наприклад, ребра можуть представляти трубопроводи, які з'єднують резервуари та насоси. До ребер графа додаються потокові характеристики, такі як максимальна місткість труби, тиск та інші важливі параметри. Це допомагає визначити, як вода рухається в системі і які обмеження існують. Далі необхідно створити модель нормального стану системи на основі історичних даних та параметрів системи. При порівнянні поточного стану системи з нормальним станом можна виявляти аномалії, які можуть вказувати на проблеми у системі [4].

У технічній діагностиці вже певний час чітко проявляється намагання використати елементи і компоненти штучного інтелекту. Одним з методів, що становлять найбільший інтерес, є штучні нейронні мережі [5].

Штучні нейронні мережі – математичні моделі, а також їх програмні або апаратні реалізації, побудовані за принципами подання й обробки інформації у біологічних нейронних мережах – мережах нервових клітин живого організму [5].

Переваги використання нейронних мереж у технічній діагностиці [1]:

1. Висока адаптивність: Нейронні мережі здатні вчитися на основі вхідних даних і адаптуватися до змінних умов. Вони можуть пристосовуватися до нових проблем або змін в технічних системах, що дозволяє їм виявляти нові типи несправностей.

2. Здатність до виявлення складних залежностей: Нейронні мережі можуть розпізнавати складні залежності між вхідними даними і результатами діагностики. Вони можуть виявляти нелінійні зв'язки, які можуть бути складними для інших методів діагностики.

3. Можливість обробки великого обсягу даних: Нейронні мережі можуть ефективно обробляти великі обсяги даних, що дозволяє їм працювати з великою кількістю сенсорів та вимірювальних пристроїв. Вони можуть аналізувати багатовимірні дані та виявляти навіть незначні аномалії.

4. Автоматизований процес діагностики: Застосування нейронних мереж у технічній діагностиці дозволяє автоматизувати процес виявлення несправностей. Вони можуть працювати в режимі реального часу та безперервно спостерігати за станом технічних систем.

Недоліки використання нейронних мереж у технічній діагностиці [1]:

1. Потреба у великій кількості навчальних даних.

2. Складність налаштування та оптимізації: Нейронні мережі мають багато налаштовуваних параметрів, які потребують оптимізації для досягнення найкращої продуктивності.

3. Вразливість до шуму та збурень: Нейронні мережі можуть бути вразливі до шуму та випадкових збурень у вхідних даних.

З врахуванням всіх переваг та незважаючи на недоліки, використання штучних нейронних мереж лишається ефективним методом для діагностування технічного стану електротехнічних комплексів розподілених систем водопостачання. Цей метод передбачає адаптивність та самонавчання системи діагностування, дозволяє швидко обробляти великий обсяг даних в режимі реального часу, автоматизувати процес діагностики та виконувати діагностику без прямого втручання експерта.

Процес створення штучної нейронної мережі поділяють на чотири основні етапи: підготовка даних, створення алгоритму, навчання алгоритму на підготовлених даних,

перевірка алгоритму на тестових даних. У випадку, коли всі етапи успішно пройдені, її можна застосовувати на практиці і зі значною ймовірністю отримати вірний результат.

Загалом будь-яке навчання поділяють на два типи – індуктивне та дедуктивне навчання. Індуктивне полягає в спостереженні за певним явищем і побудові певної моделі, яка потім перевіряється на практиці. Якщо вона виявляється вірною, то використовується надалі, якщо ні, то видаляється. Дедуктивне навчання полягає в використанні на практиці вже готових правил і формул. Навчання нейронних мереж відносять до індуктивного. По своїй суті нейронна мережа – це функція з великою кількістю параметрів, яка отримує на вхід певний вектор значень і потім деформує його в просторі за допомогою коефіцієнтів, які сформувались в процесі навчання. Є два основні підходи до навчання нейронних мереж – це навчання з вчителем і навчання без вчителя. Існує велика кількість і різноманітність алгоритмів навчання нейронних мереж, найбільш поширені з них: навчання зі зворотним поширенням помилки, навчання з радіальними базисними функціями і навчання опорних векторів. Навчання зі зворотним поширенням помилки полягає в тому, щоб після кожної ітерації визначалось загальне відхилення від очікуваного результату, а потім корегувався (посилювався чи послаблювався) вклад кожного зв'язку між нейронами, щоб з кожним циклом навчання, наближатися до правильного набору коефіцієнтів. Також, важливо в процесі навчання нейронної мережі уникнути перенавчання, для цього потрібно щоб мережа вчилася на дійсно великій кількості прикладів та знаходила загальні, а не часткові закономірності [1].

Для діагностування технічного стану електротехнічних комплексів розподілених систем водопостачання, як і для технічної діагностики загалом, найкраще підходить навчання зі зворотним поширенням помилки, оскільки цей підхід зазвичай ефективно працює для задач класифікації та прогнозування (в тому числі прогнозування технічних збоїв). Цей метод дозволяє нейронним мережам встановлювати зв'язки між вхідними даними (наприклад, параметрами системи водопостачання) і вихідними даними (наприклад, даними про технічний стан або виявленими проблемами). Навчання зі зворотним поширенням допомагає мережі адаптуватися до різних умов і отримувати більш точні прогнози щодо стану системи водопостачання на основі вхідних даних. Такий підхід може допомогти виявляти потенційні проблеми та забезпечувати своєчасне їх вирішення, підвищуючи надійність та ефективність системи водопостачання.

Висновки

Проаналізовано використання штучних нейронних мереж для діагностування технічного стану електротехнічних комплексів розподілених систем водопостачання. Розглянуто переваги, недоліки та підходи у використанні нейронних мереж для діагностування технічного стану даних систем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Almeida, A.V. and Ramos, H.M. (2010), "Watersupply operation diagnosis and reliability analysis in a Lisbon pumping system", Journal of Water Supply: Research and Tehnology – AQUA, no. 59.1
2. Хоружий П. Д., Ткачук О. А. Водопровідні системи і споруди. – К.: Вища школа, 1991. – 262 с.
3. Ротштейн О. П. Моделювання та оптимізація надійності багатовимірних алгоритмічних процесів: монографія/ О. П. Ротштейн, С. Д. Штовба, О. М. Козачко. – Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2007. – 211 с.
4. Субботін, С. О. Неітеративні, еволюційні та мультиагентні методи синтезу нечіткологічних і нейромережних моделей. Запоріжжя: ЗНТУ, 2009. 375 с
5. Ткачук А. Ф., Мошноріз М. М. «МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ». Матеріали конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2024)». Секція "Електроенергетика та електромеханіка". 7 листопада 2023 року, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця. [Електронний ресурс]. URL:

<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2024/paper/view/19164>.

URL2:

<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2024/paper/viewFile/19164/15890>.

Ткачук Андрій Федорович – інженер-програміст, приватний підприємець, аспірант 1-го року навчання, факультет електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, ел. пошта: aftvin@gmail.com.

Мошноріз Микола Миколайович – канд. техн. наук, доцент кафедри електромеханічних систем автоматизації в промисловості і на транспорті, Вінницький національний технічний університет, ел. пошта: moshnoriz@vntu.edu.ua.

Tkachuk Andrii Fedorovich - software engineer, individual entrepreneur, first-year Ph.D. student, Faculty of Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, email: aftvin@gmail.com.

Moshnoriz Mykola Mykolayovych - Cand. tech Sciences, Associate professor of the department of electromechanical systems of automation in industry and transport, Vinnytsia National Technical University, e-mail: moshnoriz@vntu.edu.ua.

Scientific supervisor: Moshnoriz Mykola Mykolayovych - Cand. tech Sciences, Associate Professor of the Department of Electromechanical Automation Systems in Industry and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia