

ТЕНДЕНЦІЇ ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ ПРЕДИКТОРІВ В СИСТЕМАХ ВОДОПОСТАЧАННЯ

Пушкар М.В., магістрант, Кіселичник О.І., к.т.н., доцент

кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу

В сучасному світі дуже гостро постає проблема використання енергозберігаючих технологій. Вчені всіх країн світу ставлять перед собою завдання зменшити витрати енергії й при цьому зберегти продуктивність, розроблених ними пристроїв та установок. Не обійшла ця тенденція й галузь водопостачання. Поряд з використанням регульованих електроприводів для водопостачання та водовідведення науковцями були розроблені та впроваджені системи на основі нейропредикторів, призначених для короткострокового прогнозування навантаження в системах водопостачання.

Нейропредиктор – це апаратний пристрій, або система алгоритмів, що отримуючи інформацію про певний процес або об'єкт (“історії”), вибудовує взаємозв'язки між вхідними та вихідними величинами. При отриманні нової порції “історії” ці взаємозв'язки переглядаються. Тобто, в результаті цього нейропредиктор стає проекцією цього процесу, а об'єктивність його залежить від того скільки інформації про об'єкт було введено до нейропредиктора.

Розглянемо випадок практичного використання нейропредиктора для водопостачання. В нейропредикторі є своя база даних, в яку в залежності від часу доби, дня тижня, місяця, кліматичних умов і.т.д. заноситься інформація скільки води споживається. Ця інформація може бути занесена розробником, або братися з датчика витрат води в системі (система з самонавчанням та корегуванням “історії”). Аналізуючи отриману інформацію, нейропредиктор видає значення прогнозованого споживання води, тобто сигнал завдання для системи водопостачання. Отже, система з нейропредиктором представляє собою систему штучного інтелекту, здатну до самокорегування в залежності від отриманої інформації, тобто до самонавчання.

Науковцями на даний момент розроблено багато систем для водопостачання на базі нейронних предикторів. Наприклад, Izabela Rojek з університету імені Казимира Великого (Польща) в своїх дослідженнях [1] розробила систему, яка керується даними споживання води в залежності від дня тижня та періоду доби зібраними протягом місяця, дозволяє отримувати дані про необхідну кількість води, яку треба подати до системи водопостачання. Згідно з її планами наступним кроком буде розробка системи, що буде керуватися інформацією, зібраною за рік та на основі параметрів навколишнього середовища. Тобто, буде враховуватись ще й пора року та середньодобова температура. Але вже навіть попередні результати дозволяють зробити висновок, що з використанням нейропредикторів знизилися витрати води та електроенергії, що говорить про рентабельність такої установки.

М. Damas, М. Salmeron та J. Ortega з університету Гранади [2] розробили динамічний алгоритм керування системою водопостачання на базі нейронних мереж ще в 2000 році. На теперішній час удосконалена версія алгоритму

дозволяє системі самонавчатися. Будь-яка зміна навколишніх параметрів буде самостійно проаналізована системою та внесена до бази даних, а вже на її основі буде проведено корегування алгоритму, причому без участі людини. Зараз вирішується проблема зниження похибки прогнозу, бо в системі з'являється так званий ефект запам'ятовування. Головною перевагою виконаної цими вченими роботи є те, що їхні дослідження проходять на діючій системі водопостачання кампусу університету Гранади, що дозволяє отримувати як теоретичні, так і практичні дані, й порівнювати їх.

Системи на основі нейронних предикторів показують, що вони є дуже ефективними і їхнє впровадження виправдовує себе, адже можна планувати витрати води і заощаджувати на електроенергії. По даній темі працює багато груп вчених в багатьох науково-дослідних інститутах по всьому світі. Деякі розробки знайшли практичне використання, а деякі компанії, особливо в США та Європі, зацікавлені в серійному використанні таких установок, що дозволить знизити власні витрати компаній на водопостачання.

Українськими вченими Лозинським А.О та Кінчуром О.Ф [3] поки що була розроблена концепція одношарового та двошарового нейропредиктора та проведено його синтез на основі мереж прямого поширення сигналу. Також обгрунтовано доцільність використання структури нейропредиктора з двома прихованими шарами. Система була змодельована в програмному пакеті Matlab і показала достатньо високу якість короткотермінового прогнозу за допомогою нейропредиктора.

Подібних результатів досягли французькі вчені L. Iliadis, F. Maris [4], які в 2005 році розробили не тільки свою власну концепцію роботи предикторів, але й одну з найдосконаліших математичних моделей предикторів для водопостачання. Саме на їхні дослідження спираються більшість вчених, які працюють по даній проблемі.

Найбільшим досягненням на даний момент залишається робота американців J.A. Bowers, C.B. Shedrow [5], які в кінці 90-х отримали грант від Westinghouse Savannah River Company на побудову першої діючої установки водопостачання з нейронним предиктором, яка була побудована в 1999 році. Ними був розроблений апаратний комплекс, що був в змозі видавати інформацію про необхідний обсяг води, який потрібно подати до системи водопостачання в певний день. Також цей комплекс керував насосною станцією. Але система була недосконалою, бо потребувала ручного вводу інформації від оператора, а також постійного контролю з боку людини. Зараз ведуться роботи, щоб позбутися недоліків та по впровадженню нейронних предикторів на всіх насосних станціях компанії.

Нейронні мережі стали потужними інструментами для електротехніки (так само як і для водопостачання). В системах, в яких вимагається короткострокове передбачення, вони є незамінними за рахунок високої здатності до самонавчання та досить високої точності [6-8]. Підвищити точність передбачень можливо, використовуючи систему з трьох нейронних шарів, а також необхідно використовувати дані зібрані не менш як за 90 днів. Тоді можливо отримати досить точний результат на інтервалі близько однієї

години, тобто видати дані, скільки води буде спожито в певну годину дня [9]. Також точність передбачень підвищується з використанням функції самонавчання, тобто коли нейропередиктор отримує нові дані, оцінивши які, вносить корегування до своєї бази даних, і вже в майбутньому посиляється на змінену в ході роботи базу даних. Дана концепція розглядається в працях J.W.Taylor, R.Buizza [10], де поряд з даними про споживання води ведеться моніторинг зміни кліматичних умов, тиску, швидкості вітру.

Отже, системи керування водопостачанням на базі нейронних передикторів є досить новою галуззю, яка є ще досить малодослідженою, але вже на цьому етапі можна стверджувати, що такі системи знайдуть своє місце на ринку й дозволять зекономити електроенергію та воду. З розробкою більш досконалих систем передбачень, які будуть мати незначну похибку, підвищиться точність, а, отже, системи зможуть самостійно прогнозувати споживану кількість води і їх можна буде використовувати й для довготермінових передбачень.

Перелік посилань:

1. Izabela Rojek .”Neural Networks as Prediction Models for Water Intake in Water Supply System -Institute of Environmental Mechanics and Applied Computer Science”, Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Poland <http://www.springerlink.com/content/3747078153111842/>
2. ”ANNs and GAs for predictive control of water supply networks “Damas, M., Salmeron, M., Ortega, J. Dept. de Arquitectura y Tecnologia de Computadores, Granada Univ. doi.ieeeecs.org/10.1109/IJCNN.2000.860799
3. Лозинський А.О., Кінчур О.Ф. “Синтез нейропередиктора системи керування електроприводом насосної станції на основі нейронних мереж прямого поширення сигналу” // Збірник наукових праць Дніпродзержинського державного технічного університету. Тематичний випуск. Проблеми автоматизованого електропривода, 2007. С.299-300.
4. Iliadis, L., Maris, F., 2005. An Artificial Neural Network to Estimate Average Maximum Instant Water-Flow of Watersheds. Proceedings of the ninth International Conference of Engineering Applications of Neural Networks, Lille, France, pp. 215-222.
5. Bowers, J.A., Shedrow, C.B., 2000. Predicting Stream Water Quality using Artificial Neural Networks. Westinghouse Savannah River Company, SRS Ecology Environmental Information Document, MS-2000-00112. Savannah River Site, Aiken, SC 29808, US Department of Energy.
6. C.N.Lu, S.Vemuri, “Neural Network Based Short Term Load Forecasting”, IEEE Trans. Power Syst., vol.8, pp.336-342, Feb. 1993.
7. R.Lamedica, A.Prudenyi, M.Sforna, M.Caciotta, V.O.Cencelli, “A Neural Network Based Technique For Short-term Forecasting of Anomalous Load Periods”, IEEE Trans. Power Syst., pp.1749-1756, Nov. 1996.
8. A.S.AlFuhaid, M.A.El-Sayed, M.S.Mahmoud, “Cascaded Artificial Neural Networks For Short-term Load Forecasting”, IEEE Trans. Power Syst., vol. 12, pp.1524-1529, Nov. 1997.
9. T.Senju, H.Takara, K.Uezato, T.Funabashi, “One-Hour-Ahead Load Forecasting Using Neural Network”, IEEE Trans. Power Syst., vol.17, no.1, 2002. pp.113-118.
10. J.W.Taylor, R.Buizza, “Neural Network Load Forecasting With Weather Ensemble Predictions”, IEEE Trans. Power Syst., vol.17, no.3, 2002. pp.626-632.