

Застосування багатoshарового персептрона для управління енергосистемами на базі комбінованих джерел енергопостачання

Павло Забарилло, аспірант¹ (ORCID: 0009-0003-7712-3674), Віталій Плоский, д.т.н., доцент¹(ORCID: 0000-0002-2632-8085), Олексій Забарилло, к.ф.-м.н., доцент¹ (ORCID: 0000-0003-4951-8882), Юлія Коротких, ст.викл.¹ (ORCID: 0000-0002-9905-8151),

¹Київський національний університет будівництва і архітектури, *проспект Повітряних Сил, 31, Київ, Україна, 03037*

АНОТАЦІЯ

Надано стислий опис загального стану систем енергопостачання в Україні та змальовано основні перспективи їх подальшого розвитку в контексті енергоефективності та залучення відновлювальних джерел енергогенерації. Обґрунтовано необхідність залучення більш раціональних та ефективних підходів до їх управління. Розглянуто переваги нейронних мереж як одного із найефективніших інструментів менеджменту комплексними системами та виділено багатoshарові персептрони як найбільш раціональні їх різновиди саме для вирішення задач сфери енергетичного сектору. Змальовано подальші перспективи майбутніх досліджень в цьому напрямку.

Ключові слова: енергоефективність, енергосистеми, альтернативна енергетика, нейромережі, персептрон, прогнозування попиту.

1. ВСТУП

Системи електропостачання в Україні, взявши курс на енергоефективність, в наші часи поступово переформуються на структури комбінованого типу, що включають в собі централізовану та автономну частину живлення. Так як в останні роки перехід на «зелену енергетику» набуває все більшої актуальності, більш значущим стає і використання альтернативних джерел енергопостачання зокрема як автономних складових в комплексних системах живлення. Відповідно і питання прогнозування електроенергетичних параметрів за багатофакторних умов роботи стає нагальнішим, адже результати прогнозування є основою для формування ефективних управлінських рішень. Сьогодні сфера енергопостачання не може існувати без постійного контролю людини, однак велика кількість факторів, що впливають на різні показники, не дають змоги точно і ефективно опрацювати отримані дані. Розробка засобів прогнозування полягає в накопиченні інформації, її аналізі та виявленні певних тенденцій і закономірностей. Результати прогнозування енергоефективності можна використовувати для передбачення нових ситуацій та проблем, які потребують свого вирішення.

Так як науково-технічний прогрес супроводжується впровадженням новітніх технологій у промисловості, загострюється потреба у підвищенні якості постачання електроенергії, і одним із актуальних напрямів розвитку та вдосконалення є впровадження систем прогнозування електроенергетичних параметрів на базі нейронних мереж.

2. РОЛЬ НЕЙРОМЕРЕЖ В УМОВАХ СЬОГОДЕННЯ

Нейромережі — це математичні моделі, які імітують роботу людського мозку, дозволяючи машинам навчатися на основі даних і являють собою нелінійну систему, що може класифікувати дані набагато краще за будь-які лінійні методи[1]. Система на основі такого потужного механізму буде здатна отримувати результат, засновуючись на прихованих закономірностях. Найважливішою перевагою

такої системи є відсутність необхідності її програмування — нейронна мережа "навчається" на основі величезної навчальної вибірки, що відрізняє її від експертної системи.

Застосування такого підходу мотивується дуже великою схожістю на врівноважено функціонуючі біологічні системи. Одним із підсумків процедури навчання є унікальна властивість нейромереж до узагальнення та взаємного асоціювання різних інформативних даних. Як наслідок, після процедури самонавчання нейронна мережа може бути застосована для ефективного вирішення аналогічних завдань такого ж типу, що раніше застосовувалася у процесі самонавчання, що в свою чергу призводить до підвищення відмовостійкості за умови змінення вихідних даних. Застосування нейронних мереж для прогнозування в перспективі може бути використано для пошуку аномальних значень або таких, які значно виділяються з потоку статистики[2].

Існує велика кількість розроблених нейромереж в залежності від конкретної задачі, типу даних чи їх об'єму. Загалом нейронні мережі можна умовно поділити на:

Мережі прямого розповсюдження:

- Персептрон;
- MLP (багатoshаровий персептрон);
- RBF-мережі;
- Мережі каскадної кореляції;
- ADALINE.

Мережі зі зворотнім зв'язком:

- Зустрічного розповсюдження
- SOM, мережі Кохонена;
- Мережі із асоціативною пам'яттю(Хопфілда);
- Мережі Елмана;
- ART-мережі;
- Стохастичні мережі (машина Больцмана);
- Мережі Time Delay.

3. ПЕРЕВАГИ БАГАТОШАРОВОГО ПЕРСЕПТРОНУ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ ЕНЕРГЕТИКИ

Серед усіх вищезазначених різновидів нейромереж для вирішення типових для ринку електроенергетики завдань

найкраще за все підходить, зокрема, багат шаровий (або багаторівневий) перцептрон. що являє собою сукупність зв'язаних нейронів, організованих у шари - вхідний шар, на який надходить вектор вхідних сигналів X ; вихідний шар, що видає результат розрахунків мережі у вигляді вектора Y ; приховані шари, що виконують перетворення.

Кожен шар розраховує перетворення лінійної комбінації сигналів попереднього шару. Вхідний шар не здійснює обчислень і лише розподіляє вектор X на наступний шар, виконуючи роль приймача інформації. Нейромережа багат шарового типу спроможна в підсумку сформуванню на виході багатовимірну довільну функцію при відповідному виборі кількості шарів, діапазону зміни сигналів і параметрів нейронів. Найголовніше - багат шарові нейронні мережі є універсальними апроксиматорами функцій і за рахунок послідовного розрахунку комбінацій перетворень (лінійних або нелінійних) та при виборі відповідних параметрів можливо досягти апроксимації довільної функції багатовимірного типу [3].

Саме ця направленість багат шарового перцептрон у бік апроксимації лежить в основі розв'язання задач прогнозування тенденцій використання електроенергії на різних рівнях і такий підхід може, для прикладу, сприяти підвищенню ефективності процесу використання енергоресурсів, що в свою чергу допоможе знизити рівень витрат і водночас зменшити негативний вплив на довкілля [4]. Загалом же, подібні багаторівневі нейромережі, за умови їх відповідних налаштувань, модифікацій та калібрування, можуть застосовуватись для успішного вирішення багатьох актуальних задач сектору енергетики, таких як:

Прогнозування попиту на електроенергію. Аналіз великих масивів даних надає можливість передбачати такі показники користування електроенергії як пікові навантаження, зміни попиту залежно від часу, дня тижня чи навіть пори року – один із основних напрямків застосування багаторівневого перцептрон.

Оптимізація виробництва електроенергії. Подібно до попереднього пункту, шляхом прогнозування динаміки енергоспоживання через аналіз відповідних даних на різних рівнях (квартал, район, місто) може бути зібрана інформація, на основі якої може бути виявлена неефективність обладнання, спрогнозовано його відмову або, наприклад запропоновано рекомендації щодо оптимізації споживання енергії, такі як використання альтернативних джерел енергогенерації.

Оптимізація роботи відновлювальних джерел енергії. Так як енергосистеми стають все більш комплексними та збільшується частка альтернативних джерел енергогенерації, застосування нейромереж для управління ВДЕ, є ще одним перспективним напрямком, адже можливо аналізувати погодні умови та прогнозувати вироблення енергії, що дозволяє більш ефективно інтегрувати ці джерела у загальну енергосистему.

У практичному застосуванні нейромережі на основі багат шарового перцептрон у залежності від поставленої задачі може використовуватися для [5]:

- Короткострокового прогнозування - від кількох годин до одного дня (що є критично важливим для оперативного управління енергосистемою).

- Середньострокового прогнозування - від одного дня до тижня (допомагає у плануванні закупівель енергоресурсів та управлінні резервами).

- Довгострокове прогнозування - від тижня до кількох місяців наперед (що необхідно для стратегічного планування та інвестиційних рішень).

Прикладом використання нейромереж в енергетиці є проект, створений Google DeepMind у співпраці з National Grid, британською компанією, що управляє енергосистемами. Цей проект використовує нейромережі для прогнозування споживання енергії наступного дня. На основі цього прогнозу National Grid може краще розподілити споживання енергії, що допомагає мінімізувати витрати і знижує навантаження на енергосистеми.

4. ВИСНОВКИ

Залучення нейронних мереж для вирішення актуальних задач розкриває перед наукою, промисловістю та, зокрема, енергосектором нові можливості. Ефективніше та надійніше виробництво електроенергії, стабільне енергопостачання, і сприяння курсу на енергоефективність та захист нашої планети від негативного впливу людини - то лиш мала частка потенціалу активного впровадження інформаційних технологій зі здібностями до самонавчання.

Як уже зазначалось, нейронні мережі на основі багаторівневого перцептрон зарекомендували себе як ефективний інструмент вирішення задач експлуатації енергоресурсів, враховуючи специфіку і традиційних, і відновлювальних джерел, однак мало досліджений потенціал його використання для їх найбільш раціонального поєднання в єдину структуру. Залучення такого різновиду інформаційних технологій - це можливий базис для розбудови інтелектуальних систем управління системами електроспоживання на основі комбінації видів енергії. Їх залучення надає можливість підвищити якість управління постачанням електроенергії від різних джерел і забезпечить багат факторне прогнозування стану електроенергетичних параметрів складових систем електропостачання, таких як автономні джерела живлення, що також повинно сприяти покращення прогнозованості згенерованих потенціалів потужностей різноманітних джерел електроенергії.

Список літератури

- [1] Simon Haykin. *Neural Networks and Learning Machines Third Edition*. Ontario, Canada: McMaster University Hamilton, 2008. p. 122–124.
- [2] Sledge I.J., Keller J.M. Growing neural gas for temporal clustering. *19th International Conference on Pattern Recognition*. IEEE Computer Society 2008. P. 1–4.
- [3] Pukach, A.I., Teslyuk, V.M., Tkachenko, R.O. Implementation of neural networks for fuzzy and semistructured data. *Proceedings of 11-th Int. Conference on The Experience of Designing and Applic. of CAD Systems in Microelectronics*, Lv–Polyana, 2011. P. 350–352.
- [4] Сінчук О.М., Бойко С.М. Нейронні мережі і керування процесом управління електропостачанням об'єктів від комбінованих електричних мереж. *Техн. електродинаміка*. № 5. 2014. С. 53–55.
- [5] Карпа Д.М., Цмоць І.Г., Опотяк Ю.В. Нейромережеві засоби прогнозування споживання енергоресурсів. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. 28 №5. С. 140–146.