

Петренко Віталій Олександрович

д-р. техн. наук, професор

Савчук Лариса Миколаївна

канд. екон. наук, професор

Бушуєв Кирило Максимович

аспірант

Фонарьова Тетяна Анатоліївна

старший викладач

Національна металургійна академія України,

м. Дніпро, Україна

ТЕХНОЛОГІЇ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА ПРИКЛАДІ ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ В МЕНЕДЖМЕНТІ ПІДПРИЄМСТВА

Використання можливостей штучного інтелекту шляхом впровадження інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень (ІСППР) в інформаційну систему підприємства здатна забезпечити менеджмент підприємства якісною інформацією задля прийняття ефективних управлінських рішень, а це, в свою чергу, дозволить підвищити конкурентоздатність на ринку та забезпечити сталий розвиток підприємству.

Головна проблема полягає у тому, що більшість реальних процесів не можуть бути описані за допомогою традиційних статистичних моделей, оскільки, по суті, являються суттєво нелінійними, і мають або хаотичну, або квазіперіодичну, або змішану основу. У даному випадку адекватним апаратом для розв'язання задач діагностики та прогнозування для підтримки прийняття рішень можуть слугувати штучні нейронні мережі (НМ), які здатні реалізувати ідеї прогнозування і класифікації при наявності навчаючих послідовностей. Але, застосування можливостей НМ ще не достатньо вивчено та не набуло поширення в практиці українських підприємств. В той же час, можливості нейронних мереж завойовують все більше галузей економіки, саме завдяки відносній простоті застосування та якості результатів в моделюванні та прогнозуванні економічних процесів та ситуації на ринку.

У дослідженні, авторами пропонується вдосконалити інформаційну систему підприємства шляхом впровадження ІСППР на основі НМ. Таким чином, менеджмент підприємства на всіх рівнях управління отримує дієвий інструмент в підтримці прийняття управлінських рішень з різних сфер діяльності підприємства на основі прогнозних результатів отрима-

них за допомогою НМ. Така інформаційна система з вбудованою ІСППР на основі НМ дозволить здійснювати спостереження, накопичення інформації для подальшого навчання НМ. Навчена НМ дозволить аналізувати та прогнозувати стан маркетингового середовища, оцінювати міру, характер та напрямок його впливу на позиції підприємства у стратегічній перспективі. Функціонування такої інформаційної системи має зорієнтувати керівництво підприємства на вибір найбільш оптимальної стратегії (із переліку стратегічних альтернатив), та забезпечить можливість систематичного відстеження маркетингових позицій та надасть варіанти рішень щодо запровадження необхідних коригувальних заходів у разі їх зміни [1].

Розуміючи важливість саме практичного досвіду впровадження НМ в інформаційну систему підприємства, автори розробили та здійснили апробацію, запропонованого ІСППР з використанням НМ у різних функціональних напрямках діяльності.

Перш за все, було здійснено розробку спрощеної економетричної макромоделі для аналізу і короткострокового прогнозування сукупного попиту в Україні, що включає ендогенні та екзогенні змінні. Для цього використовувалась модель LAM-3 (Long-run Adjustment Model). Структура моделі для різних національних економік не змінюється, відрізняється тільки вхідними параметрами. Сама модель складається з 25 рівнянь: чотири з них описують довгострокові залежності, двадцять одне – короткострокові. Основу моделі LAM-3 становить білінійний вектор авторегресії (Bilinear Vector AutoRegressive model – BiVAR) [2].

В результаті, розроблений програмний продукт дозволяє обрати різні структури НМ, такі як, радіально-базисну НМ або багатошаровий перцептрон, та різні алгоритми навчання, такий як генетичний алгоритм (Genetic) або алгоритм зворотного поширення похибки (Back propagation). Для кожної пари (алгоритм; тип мережі) було проведено навчання та зафіксовано результати. Аналізуючи їх, автори прийшли до висновку, що найкращі прогнозні властивості для побудованої математичної моделі макроекономіки України демонструє генетичний алгоритм при використанні радіально-базисних функцій алгоритму зворотнього поширення похибки (Back propagation) [2].

Другим напрямом практичного застосування можливостей НМ було вирішення однієї із складних задач для підприємств з надання інжинірингових послуг – розрахунок прогнозної вартості проекту з автоматизації. Справа в тому, що такі підприємства працюють в умовах тендерів, та змушені представляти проект з вже визначеною прогнозною вартістю,

яка б забезпечила конкурентоздатність підприємства в отриманні тендеру на виконання робіт. НМ навчалася на даних за попередні роки, та надала ІСППР з навченою нейронною мережею вичерпну інформацію щодо майбутнього проекту. В результаті менеджер отримав прогнозовану вартість обладнання, вартість монтажних робіт, наладки обладнання, кількість робітників, які будуть здійснювати монтаж та наладку, очікувану величину заробітної плати робітникам, і все це з врахуванням прогнозованого курсу гривні [1].

Отже, використання НМ в ІСППР в цілому показали гарний результат, але головна проблема полягає в тому, що використана НМ потребує досить багато часу й великої кількості даних, які служать як приклад для навчання. Такий існуючий підхід називають навчання з учителем і він має ряд обмежень: передбачає пряму демонстрацію бажаного результату; копіювання демонстрації, а не креативність; результати не покращує в порівнянні з демонстрацією. Отже, постає питання, чи зможуть НМ у подальшому обійти ці обмеження?

Відповідь на це запитання надають спеціалісти Google вже сьогодні. Нова робота Google пропонує архітектуру нейронних мереж, здатних імітувати вроджені інстинкти і рефлексії живих істот, з подальшим донавчанням протягом життя.

На жаль, існуючі алгоритми оптимізації структури мережі, такі як Neural Architecture Search (NAS), оперують цілими блоками. Після додавання або видалення яких, нейромережу доводиться навчати заново з нуля. Це ресурсомісткий процес і він не в повному обсязі розв'язує проблему. Тому дослідники запропонували спрощену версію, яка отримала назву «Weight Agnostic Neural Networks» (WANN)[3]. Ідея полягає в тому, щоб замінити всі ваги нейромережі однією «загальною» вагою. І в процесі навчання підбирати не ваги між нейронами, як в звичайних нейромережах, а підбирати структуру самої мережі (кількість і розташування нейронів), яка з однаковими вагами показує найкращі результати. А після навчання треба ще й оптимізувати її, щоб мережа добре працювала з усіма можливими значеннями цієї загальної ваги (загальним для всіх з'єднань між нейронами). В результаті це дає структуру нейронної мережі, яка не залежить від конкретних значень ваг, а працює добре з усіма, завдяки цьому працює за рахунок загальної структури мережі.

Побічним позитивним ефектом такого підходу є значне зменшення числа нейронів в мережі (так як залишаються лише найбільш важливі сполуки), що збільшує її швидкодію. Це схоже на те, як навчаються тварини. Маючи при народженні близькі до оптимальних інстинкти, і вико-

ривуюючи цю задану генами структуру мозку як початкову, в процесі свого життя тварини донавчають свій мозок під конкретні зовнішні умови [4]. Як підсумок, запропонований дослідниками з Google спосіб пошуку початкової архітектури оптимальної нейромережі не тільки імітує навчання тварин (народження з вбудованими оптимальними інстинктами і донавчання протягом життя), але також дозволяє уникнути симуляції усього життя тварин з повноцінним навчанням всієї мережі в класичних еволюційних алгоритмах, створюючи відразу прості і швидкі мережі, які досить лише злегка довчити, щоб отримати повністю оптимальну нейромережу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Петренко В. О. Застосування нейронних мереж в системах підтримки та прийняття рішень маркетингової інформаційної системи підприємства / В. О. Петренко, К. М. Бушуєв, Л. М. Савчук, Т. А. Фонарьова // *Управління проектами та розвиток виробництва: Зб. наук. пр.* – К: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2018. – №3(67). – С. 43-52.
2. Савчук Л. М., Бушуєв К. М. Дослідження математичної моделі прогнозування макроекономічних показників економіки України. Теорія і практика діяльності підприємств: монографія в двох томах. Т. 1. / Нац. металург. академія України; за заг. ред. Л. М. Савчук, Л. М. Бандоріної. – Дніпро: Пороги, 2017. – 472 с. – С. 199 – 209.
3. Adam Gaier Weight Agnostic Neural Networks [Electronic resource] / Adam Gaier, David Ha. - Access mode: <https://weightagnostic.github.io/> (date of appeal 05.09.2019).
4. Anthony M. Zador A critique of pure learning and what artificial neural networks can learn from animal brains // *Nature Communications* volume 10, Article number: 3770 (2019). – Access mode: <https://www.nature.com/articles/s41467-019-11786-6> (date of appeal 05.09.2019).