

## Визначення архітектурних параметрів двохшарового перцептрону, призначеного для розпізнавання аномальних величин експлуатаційних параметрів комп'ютерної мережі

УДК 004.056.5 (043.5)

Анна Корченко<sup>1</sup>, Олег Терейковський<sup>2</sup>,  
Віталіна Ярошенко<sup>3</sup><sup>1</sup>Національний авіаційний університет, <sup>2</sup>Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,<sup>3</sup>Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана,  
<sup>1</sup>annakor@ukr.net, <sup>2</sup>terejkowski@ukr.net, <sup>3</sup>vitayaroshenko00@gmail.com

В багатьох випадках розв'язання задач, пов'язаних з управлінням та захистом сучасних комп'ютерних мереж, зводиться до оперативного розпізнавання аномалій в процесі їх експлуатації. Означені аномалії можуть бути викликані наслідками мережових кібератак, наслідками збоїв в роботі апаратно-програмного забезпечення або виникненням нештатних умов експлуатації. Одним із найбільш перспективних шляхів забезпечення ефективного розпізнавання аномалій є використання нейромережової моделі, задачею якої буде класифікація стану підконтрольного об'єкту (аномальний/нормальний) відповідно величин відхилень поточних значень параметрів від шаблону нормальної поведінки. В основу такої моделі може бути покладена архітектура типу двохшарового перцептрон (ДШП), точність та ресурсоємність якої в значній мірі залежить від відповідності архітектурних параметрів до умов поставленої задачі розпізнавання.

Метою даної роботи є розробка процедури визначення оптимальних величин архітектурних параметрів двохшарового перцептрон, що дозволить підвищити ефективність нейромережової системи розпізнавання аномальних величин експлуатаційних параметрів комп'ютерних мереж.

Одним із найбільш важливих критеріїв ефективності функціонування ДШП є помилка узагальнення, що дозволяє оцінити точність класифікації даних навчальної вибірки. За допомогою цього критерію можна оцінити, наскільки точно нейронна мережа здатна класифікувати дані, які не були представлені в навчальній вибірці. Виходячи з цих міркувань, в якості критерію оптимізації кількості синаптичних зв'язків оберемо помилку узагальнення ДШП

$$\varepsilon(L_w) \rightarrow \min, L_w \in \{1, \infty\}, \quad (1)$$

де  $\varepsilon$  – помилка узагальнення,  $L_w$  – кількість синаптичних зв'язків.

В загальному випадку помилка узагальнення складається із помилки апроксимації ( $\varepsilon_a$ ) та помилки опису моделі ( $\varepsilon_o$ ):

$$\varepsilon = \varepsilon_a + \varepsilon_o, \quad (2)$$

$$\varepsilon_a = k N_1 / L_w, \quad (3)$$

$$\varepsilon_o = k L_w / P, \quad (4)$$

де  $N_1$  – кількість компонент вхідного вектора (розмірність вхідного вектору),  $P$  – кількість навчальних прикладів,  $k$  – деяке натуральне число.

Підставивши (2, 3, 4) в (1), отримаємо:

$$(k \times N_1 / L_w + k \times L_w / P) \rightarrow \min . \quad (5)$$

Розглянемо фізичну суть залежності помилки узагальнення від кількості синаптичних зв'язків. З однієї сторони, відповідно (5), збільшення кількості синаптичних зв'язків, а значить, і схованих нейронів, призводить до більш точної апроксимації навчальних даних. З іншої сторони, збільшення кількості синаптичних зв'язків призводить до збільшення помилки опису моделі. Тобто модель може бути занадто точно підігнана під конкретні навчальні дані і втратити узагальнюючі властивості. Таким чином, зміна кількості синаптичних зв'язків призводить до двох взаємно протилежних тенденцій зміни помилки узагальнення. Наявність цих тенденцій свідчить про потенційну можливість розв'язку (1, 5). Після ряду тривіальних перетворень (5) отримано рівняння для приблизної оцінки оптимальної кількості синаптичних зв'язків ДШП, що відповідає мінімальній помилці узагальнення:

$$L_w^{opt} = \sqrt{N_1 \times P} . \quad (6)$$

В багатьох випадках ДШП має тільки один вихідний нейрон ( $N_0=1$ ), а при достатньо великих значення  $N_1$  можна вважати

$$N_1 + 1 \approx N_1 . \quad (7)$$

При цьому загальна кількість синаптичних зв'язків розраховується за допомогою виразу

$$L_w = N_1 \times H + N_0 \times H , \quad (8)$$

де  $H$  – кількість нейронів в схованому шарі,  $N_1$  – кількість вхідних нейронів,  $N_0$  – кількість вихідних нейронів.

Інтеграція виразів (6-8) дозволяє записати остаточний вираз для розрахунку оптимальної кількості схованих нейронів в ДШП

$$H^{opt} \cong \sqrt{P / N_1} . \quad (9)$$

Зазначимо, що застосування процедури, заданої за допомогою математичного апарату (6, 9), дозволяє до двох разів зменшити обсяг обчислювальних експериментів, спрямованих на визначення архітектури ДШП, призначеного для виявлення аномалій в комп'ютерних мережах.

Основні перспективи подальших розвідок у даному напрямку полягають у розробці методів оптимізації структури синаптичних зв'язків ДШП при визначеній оптимальній кількості схованих нейронів. Ще одним важливим напрямком досліджень має бути розробка подібних методів для оптимізації структури багатошарового перцептронів та згорткової нейронної мережі, що призначені для застосування в засобах захисту інформації.