

УДК 004.932.72

І.Ю. Юзова

*Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків*

## МОДЕЛЬ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ КЛАСУ ЛІТАКІВ, ЩО ЗНАХОДЯТЬСЯ НА АЕРОДРОМІ БАЗУВАННЯ

*В даній статті представлений покращений спосіб розпізнавання класу літаків на аеродромі за допомогою нейронних мереж. На базі вдосконаленої математичної моделі нейронної мережі розроблено програмний продукт, що дозволяє отримувати ймовірнісні характеристики відносно віднесення об'єкту до конкретного класу.*

**Ключові слова:** математична модель нейронної мережі.

### Вступ

Розвиток безпілотних літальних апаратів та досвід їх застосування у військовій сфері свідчить про необхідність розробки інформаційних технологій, що дадуть змогу обробляти отримані зображення безпосередньо на борту літального апарату. Це дозволить провести аналіз та отримати формалізовані дані для подальшого створення структурованих донесень та їх передачу на пункт управління, що забезпечить зменшення часу на відправлення повідомлень, знизить вимоги до каналу зв'язку та підвищить швидкість реагування на ситуації, що залежать від наявності того чи іншого об'єкту у районі ведення розвідки.

На сучасному етапі розвитку інформаційних технологій, що дозволяють розпізнавати клас літаків, існує досить велика кількість методів, які здатні забезпечити розпізнавання наявності повітряних суден на аеродромі, визначення їх кількості та порядок базування. Але методів, що дозволятимуть визначати тип літального апарату, який базується на аеродромі із ймовірністю не нижче 0,9 на сьогодні не існує, тому для створення повноцінної реалізації на базі конкретного безпілотного літального апарату, слід створити модель нейронної мережі, що буде застосована для розробки та дослідження можливості програмної реалізації інформаційних технологій. За допомогою створеної моделі можливо провести розрахунок параметрів нейронної мережі, отримати дані відносно складності обчислень та сформулювати вимоги відносно необхідного апаратного забезпечення [1; 2].

### Основний розділ

Характерною особливістю нейронних мереж є дія не тільки на основі заданого алгоритму чи формул, але й на основі минулого досвіду. Чим більша кількість випробувань, тим менша похибка кінцевого результату.

Нейронні мережі мають ряд переваг які суттєво впливають на якість розпізнавання класу літаків:

- відсутність накопичення похибки;
- простота створення прикладів навчання;
- простота організації нейронної мережі;
- простота та висока швидкість регулювання параметрів нейронної мережі;
- відносно малі вхідні масиви даних;
- простота реалізації та мала ресурсоемність;
- зменшення часу прийняття рішення, щодо належності повітряного судна до того чи іншого типу.

Але з-поміж переваг такого підходу є і недоліки, зокрема:

- необхідність навчати 5 нейронних мереж замість однієї;
- необхідність відслідковування проміжних результатів виконання розпізнавання.

Для початку створення математичної моделі нейронної мережі розпізнавання класу літаків, що знаходяться на аеродромі базування необхідно визначити вихідні дані, зазначити, що подається на вхід нейронної мережі та очікуваний результат виходу.

У результаті попередньої обробки зображень високої роздільної здатності, за допомогою методів представлених у роботах, отримано відселектоване, масштабоване окреме зображення повітряного судна у проекції на горизонтальну площину. Як зазначалося раніше [3], процес попередньої обробки зображень представляє собою конвеєр з якого формується вектор бітових ознак, що буде направлено на вхід нейронної мережі. Вихідний розмір зображення повітряного судна після попередньої обробки, становить 150 на 150 пікселів, тому найбільший розмір вектору, що приймає участь у розпізнаванні складає 22500 елементів. Розпізнавання на даному етапі проведення досліджень, пропонується проводити серед двадцяти восьми класів літаків.

Якщо у результаті проведення розпізнавання не було досягнуто необхідного рівня ймовірності приналежності літака до певного класу, то його необхідно віднести до двадцять дев'ятого – непі-

знані об'єкти. Після чого вже людина оператор проводить ретельний аналіз та вносить відповідні корективи або у програмне забезпечення, або вносить корективи у вихідні зображення, тобто у етап попередньої обробки.

Отже, у якості вихідних даних на вхід нейронної мережі подається бінарна матриця-строка, що містить 22500 елементів, на виході отримано рішення відносно віднесення об'єкту до одного з двадцяти дев'яти класів із зазначенням імовірності розпізнавання. Необхідно створити та обґрунтувати вибір елементів нейронної мережі, що буде виносити рішення відносно належності літаків до класу.

На сьогоднішній день, найбільш широко використовуваними й загально визнаними нейронними мережами є так звані мережі зі зворотним поширенням (backpropagation) [4]. Зворотне поширення скоріше відноситься до алгоритмів навчання, а не до мережної архітектури.

Таку мережу більш правильно назвати мережею із прямою передачею сигналів. Загальний вигляд мережі представлений на рис. 1. Для вирішення поставленого завдання розпізнавання повітряних об'єктів пропонується використовувати класичну тривірневу архітектуру N-мережі.

Визначимо  $R^d$  – вимірний простір, вхідний вектор  $x = (x_1, x_2, \dots, x_N)$ , вихідний вектор  $y = (y_1, y_2, \dots, y_M)$ . Нейронна мережа виконує функціональне перетворення, що може бути представлене як  $Y = F(x)$ , де  $x = \{x_i\}, i = \overline{1..N}$ ,  $y = \{y_k\}, k = \overline{1..M}$ .

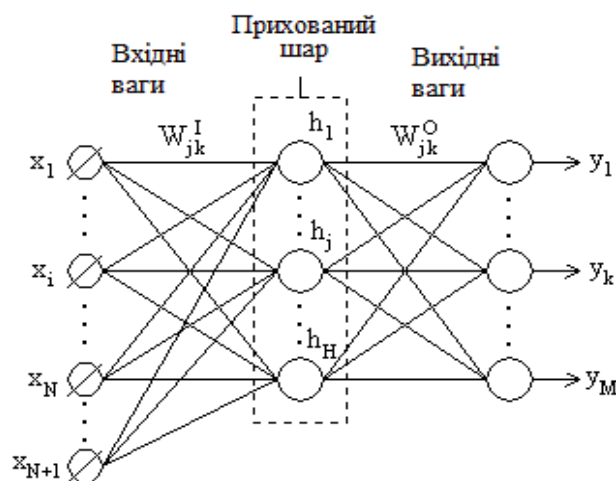


Рис. 1. Класична тривірнева архітектура N-мережі

Прихований шар, зображений на рис. 1 пунктирною лінією, містить у своєму складі мінімум 2 підшари. При загальному описі нейронної мережі, достатньо розглядати у загальному вигляді мережу, що містить всього три шари. Для нейронної мережі

із N – вхідними вершинами; H – вершинами прихованого шару та M – вихідними вершинами;  $y_k$  задається наступним чином:

$$y_k = g \left( \sum_{j=1}^H w_{jk}^0 h_j \right), k = \overline{1..M},$$

де  $w_{jk}^0$  – вихідні ваги зв'язку від вершини j прихованого шару до вершини k вихідного шару;

g – функція активації, що виконує відображення  $R \rightarrow R'$ .

Вхідні сигнали вершин прихованого шару  $h_j$ , де  $j = \overline{1..H}$  задаються наступним чином:

$$h_j = \sigma \left( \sum_{i=1}^N w_{ij}^1 x_i + W_j^T \right), j = \overline{1..j},$$

де  $w_{ij}^1$  – вхідна вага зв'язку (i, j);

$W_j^T$  – величина від порогу (вага від вузла, що має постійний сигнал, який дорівнює 1 до вузла j);

$x_i$  – сигнал на виході i-го вхідного вузла;

$\sigma$  – сигмоїда, що задається наступним чином:

$$\sigma(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}.$$

Функція g у конкретному випадку розпізнавання класу літаків за монохроматичним відображенням, що було трансформовано у бітову матрицю-рядок виразі (1) може бути такою ж, що й представлена у виразі 2. Це надає змоги отримувати імовірнісні характеристики приналежності об'єкта, що розпізнається до одного із запропонованих кінцевих класів.

У нашому викладу будемо вважати g однією функцією, тобто нелінійної активації. Необхідно, щоб функція активації була нелінійною, і мала обмежений вихід, тобто була обмеженою. Графік функції наведений на рис. 2.

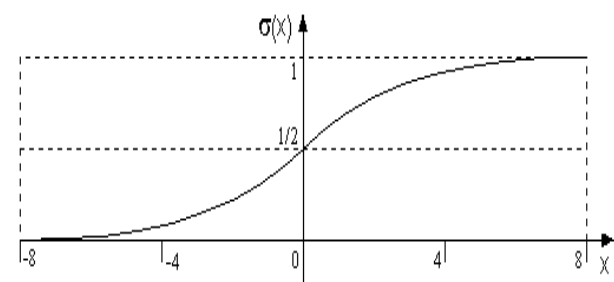


Рис. 2. Сигмоїдальна функція активації

Кількість вхідних і вихідних вузлів визначається априорі й, по суті, є фіксованим. Число прихованих вузлів є змінним і може обиратися користувачем. У випадку розпізнавання класу літаків, кількість вхідних вузлів становить 22500, кількість вихідних вузлів становить 29, кількість прихованих

шарів – 2, 225000 нейронів у кожному, у якості функції активації обрано сигмоїду.

На теперішній час, строго регламентованих методик обчислення кількості нейронів у прихованих шарах та визначення кількості прихованих шарів не запропоновано, тому настроювання залишається поки "мистецтвом", хоча були запропоновані в літературі різні методи установки числа схованих вузлів і видалення непотрібних [5; 6]. Після визначення архітектури мережі, саме значення ваг, визначають її поведінку. Мережа "навчається" якщо ваги змінюються так, щоб досягти найменшої похибки. Під навчанням розуміється корегування ваг між нейронами різних шарів із досягненням найменшої похибки. Додатково необхідно провести розрахунок кількості необхідних прикладів для навчання та визначити похибку віднесення до класу того чи іншого реального об'єкту, що розпізнається.

### Висновки

За допомогою нейронної мережі можливо створити області, що дозволять знехтувати похибками вимірювання, а використання чотирьох параметрів для кінцевого відношення об'єкта, що розглядається до того чи іншого класу, дозволяє отримати імовірність не менше 0,95 при наявності 28 класів.

Для вирішення задачі віднесення того чи іншого повітряного судна до конкретного класу літальних апаратів під час проведення розвідки з повітря на аеродромах базування пропонується використати

перетворення вхідних параметрів у матрицю рядок із подальшою обробкою даних за допомогою класичної нейронної мережі. Специфіка перетворень та побудови мережі описані у статті. Запропонована математична модель не є новою, але містить детальні уточнення відносно порядку побудови конкретної нейронної мережі, що буде використана під час процесу розпізнавання.

На базі запропонованої математичної моделі нейронної мережі, розроблено програмний продукт, що дозволяє отримувати імовірнісні характеристики відносно віднесення об'єкта до конкретного класу.

### Список літератури

1. Фомин Я.А. Распознавание образов: теория и применения. – М.: ФАЗИС, 2012. – 429 с.
2. Стокман Д. Компьютерное зрение / Джон Стокман, Линда Шапиро. – М.: Бином – Лаборатория знаний, 2006. – 752 с.
3. Потапов А.С. Распознавание образов и машинное восприятие. – С-Пб.: Политехника, 2007. – 548 с.
4. Еремин Д.М. Искусственные нейронные сети в интеллектуальных системах управления / Д.М. Еремин, И.Б. Гарцев. – М.: МИРЭА, 2004. – 75 с.
5. Форсайт Дэвид А. Компьютерное зрение. Современный подход / А. Форсайт Дэвид, Джин Понс. – М.: Вильямс, 2004. – 928 с.
6. Горелик А.Л. Методы распознавания / А.Л. Горелик, В.А. Скрипкин. – М.: Высшая школа, 2004. – 262 с.

Надійшла до редколегії 14.09.2016

**Рецензент:** д-р техн. наук, доц. М.А. Павленко, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків.

## МОДЕЛЬ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ ОБЪЕКТОВ, КОТОРЫЕ НАХОДЯТСЯ НА АЭРОДРОМЕ БАЗИРОВАНИЯ

И.Ю. Юзова

*В данной статье представлен улучшенный способ распознавания воздушных объектов на аэродроме с помощью нейронных сетей. На базе усовершенствованной математической модели нейронной сети разработан программный продукт, что позволяет получать вероятностные характеристики относительно отнесения объекта к конкретному классу.*

**Ключевые слова:** математическая модель нейронные сети.

## MODEL OF NEURON NETWORK FOR RECOGNITION OF AIR OBJECTS WHICH ARE ON THE AIR FIELD OF BASING

I.Yu. Yuzova

*In this article the improved method of recognition of air objects is presented on the air field by neuron networks. On the base of the improved mathematical model of neuron network a software product is developed, that allows to get probabilistic descriptions in relation to attributing of object to the concrete class.*

**Keywords:** a mathematical model is neuron networks.