

ПІДСИСТЕМА ІДЕНТИФІКАЦІЇ СИЛУЕТІВ ЛІТАКІВ ТА НОМЕРІВ ЇХ БОРТІВ

© Олексів М., Пуйда В., 2007

Представлено результати розроблення підсистеми ідентифікації силуетів літаків АНТК ім. О.К.Антонова і номерів їх бортів на основі штучних нейронних мереж.

Here are presented results of development of a subsystem of identification of silhouettes of Antonov ASTC airplanes and numbers of their boards on the basis of artificial neural networks.

Вступ. В основу забезпечення безпеки польотів в аеропортах покладено сучасні програмно-апаратні комплекси, що автоматизують збирання та обробку інформації, контроль за літальними апаратами в зоні аеропорту. Важливе місце в системі займає підсистема ідентифікації. У роботі представлено створення підсистеми ідентифікації літаків та номерів їх бортів на основі повнозв'язних штучних нейронних мереж прямого поширення [1], що дає змогу розпаралелити роботу та досягти необхідної швидкодії. Крім того, такі мережі прості в реалізації, доволі просто адаптуються до нових об'єктів, забезпечують високу якість ідентифікації (близьку до 100 %).

Постановка задачі. Для підвищення безпеки польотів поряд з існуючими засобами контрольно-диспетчерських пунктів аеропортів вводяться системи візуального контролю повітряного простору в зоні аеропорту та льотного поля, на які покладається розв'язання таких задач:

- візуальний контроль в зоні підльоту та льотного поля;
- ідентифікація літальних апаратів за силуетом та цифровими ідентифікаторами.

Ідентифікація бортових номерів літаків. Реальні зображення цифр бортових номерів на білому тлі показано на рис. 1, 2. Зображення цифри на бортовому номері може бути спотвореним через облущення фарби, забруднення тощо.



Рис. 1. Приклад бортового номера літака АН-225 “Мрія”

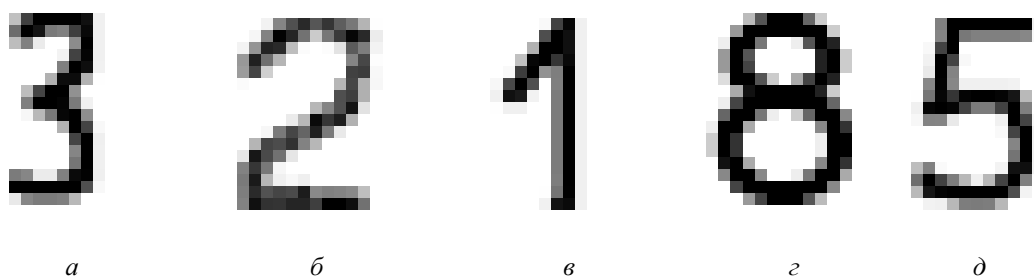


Рис. 2. Приклади цифр бортового номера, які ідентифікують

Під час розв'язання цієї задачі до зображень ставлять такі вимоги: мінімальний розмір зображення 16x16 пікселів; представлення зображення у вигляді градацій сірого. Використання градацій сірого дає можливість розпізнавання мережею зашумлених і спотворених зображень та потребує значно менших затрат пам'яті і обчислювальних потужностей, ніж інші моделі кольорів, наприклад RGB.

Для ідентифікації номерів вибрано нейронну мережу прямого поширення з архітектурою $k - h_1 - h_2 - q$, де $k=256$ нейронів у вхідному шарі; $h_1=100$ нейронів у першому прихованому шарі; $h_2=40$ нейронів у другому прихованому шарі; і $q=10$ нейронів у вихідному шарі [2] з сигмоїдальною функцією активації, що навчалася за алгоритмом спряженого градієнта модифікації Флетчера-Рівза [3] в пакетному режимі.

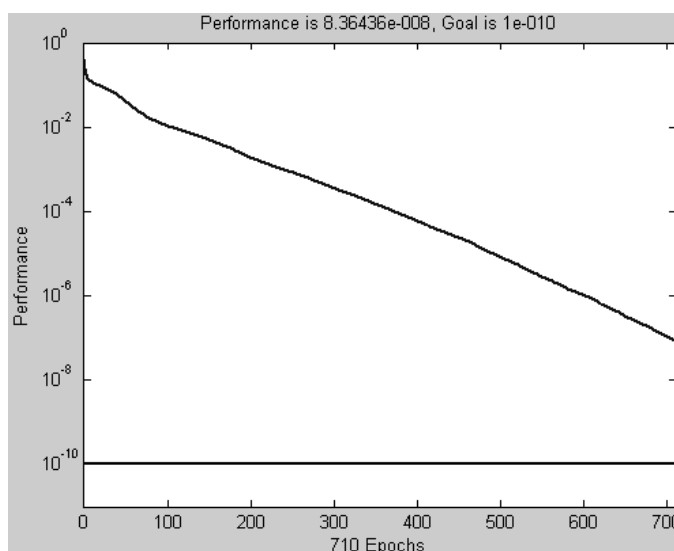


Рис.3. Ілюстрація процесу навчання нейронної мережі 256–100–40–10

Оцінювання навчання було основане на обчисленні середньоквадратичної похибки і подальшому тестуванні на навчальній і тестовій множині. Ця процедура забезпечила об'єктивну оцінку процесу навчання. Моделювання нейронної мережі відбувалося на системі AMD Athlon 2,2 ГГц з 1 Гб ОЗП. Мережа досягла таких якісних результатів: розпізнавання навчальної множини – 100 %; розпізнавання контрольної множини – 90 %. Надалі планується застосувати додаткові підходи для покращання розпізнавальних можливостей і доведення їх до рівня 99 % на контрольній множині.

Розрахунок необхідних затрат пам'яті для коефіцієнтів нейронної мережі у байтах наведено нижче.

$$\begin{aligned} \text{Memory}_1 = \left(\sum_m (j * i + b) \right) * n = & ((256 * 256 + 256) + (256 * 100 + 100) + \\ & + (100 * 40 + 40) + (40 * 10 + 10)) * 8 = 767\,536 \text{ bytes,} \end{aligned} \quad (1)$$

де m – кількість шарів мережі (у цьому випадку $m = 4$); j – кількість ваг, що входять до кожного з нейронів шару; i – кількість нейронів в шарі; b – кількість доданків границь в шарі; n – розмір одиниці даних в байтах.

Ідентифікація силуетів літаків АНТК ім. О.К. Антонова. При розв’язанні цієї задачі до зображень ставилися наступні вимоги: мінімальний розмір зображення 40x60 пікселів; приведення зображення до кольорової моделі градацій сірого; близьке до максимального заповнення зображення по горизонталі центрованим по вертикалі силуетом ідентифікованого літака. Приклади зображень, які ідентифікуються, наведено на рис.4.



Рис.4. Приклади силуетів літаків, які в змозі ідентифікувати розроблена нейронна мережа

Загалом, розроблена нейронна мережа архітектури $k - h_1 - h_2 - h_3 - q$, де $k=2400$ нейронів у вхідному шарі; $h_1=500$ нейронів у першому прихованому шарі; $h_2=500$ нейронів у другому прихованому шарі; $h_3=100$ нейронів у третьому прихованому шарі; $q=17$ нейронів у вихідному шарі [2] з сигмоїдальною функцією активації і навчена за алгоритмом градуїованого спряженого градієнта в пакетному режимі забезпечила 100 % ідентифікацію 17 моделей літаків АНТК ім. О.К. Антонова (див. табл.1) на навчальній множині. Процес навчання графічно зображено на рис.5.

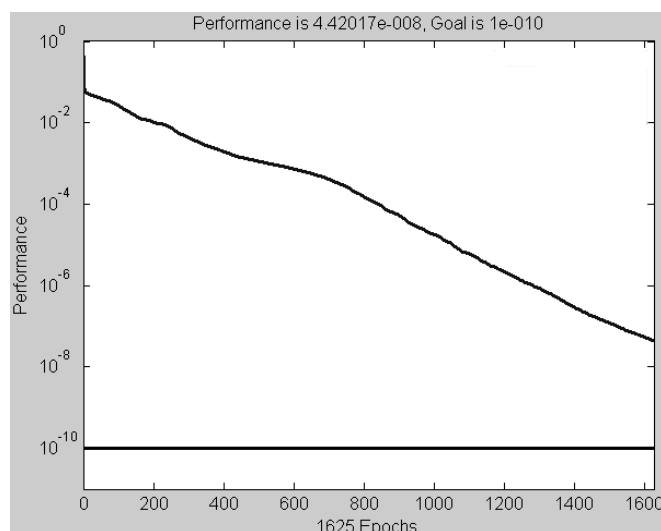


Рис.5. Ілюстрація процесу навчання нейронної мережі 2400–500–500–100–17

Моделювання нейронної мережі відбувалося на тій самій системі AMD Athlon 2,2 ГГц з 1 Гб ОЗП. Мережа досягла таких якісних результатів: розпізнавання навчальної множини – 100 %; розпізнавання контрольної множини – 80 %. Надалі планується застосувати додаткові підходи для покращання розпізнавальної можливості і доведення її до максимально можливого рівня.

Ідентифіковані літаки АНТК ім. О.К. Антонова

№ з/п	Модель літака	№ з/п	Модель літака	№ з/п	Модель літака
1	ан-2	7	ан-24	13	ан-74
2	ан-3	8	ан-26	14	ан-124
3	ан-8	9	ан-30	15	ан-140
4	ан-10	10	ан-38	16	ан-148
5	ан-12	11	ан-70	17	ан-225
6	ан-22	12	ан-72		

Розрахунок необхідних затрат пам'яті для коефіцієнтів цієї нейронної мережі в байтах наведено нижче.

$$\text{Memory}_2 = \left(\sum_m (j * i + b) \right) * n = ((2400 * 2400 + 2400) + (2400 * 500 + 500) + (500 * 500 + 500) + (500 * 100 + 100) + (100 * 17 + 17)) * 8 = 58\,121\,736 \text{ bytes}, \quad (2)$$

де m – кількість шарів мережі (у цьому випадку $m = 5$); j – кількість ваг, що входять до кожного з нейронів шару; i – кількість нейронів в шарі; b – кількість доданків границь в шарі; n – розмір одиниці даних в байтах.

Висновки. Розроблена підсистема здатна ідентифікувати бортові номери літаків з ймовірністю 90% та самі літаки за їх силуетами з ймовірністю 80%. Вона може бути доволі просто адаптована до різних типів літальних апаратів.

1. Haykin S. *Neural networks: a comprehensive foundation, second edition* Prentice Hall, 1999, pp.36–37. 2. Haykin S. *Neural networks: a comprehensive foundation, second edition* Prentice Hall, 1999, pp.43–44. 3. Haykin S. “*Neural networks: a comprehensive foundation, second edition*” Prentice Hall, 1999, pp.258–264.