

## ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ В ЗАДАЧАХ ОБРОБКИ ГРАФІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

*У даній статті розглядаються основні підходи до процесу розпізнавання графічних образів з використанням нейронних мереж. Розглянуто принцип побудови нейронної мережі для задач розпізнавання, а також теорію моментних інваріантів для двовимірних зображень.*

**Ключові слова:** багат шаровий перцептрон, теорія моментних інваріантів, поліном Зерніке.

*This article reviews the main approaches to the recognition process of graphic images using neural networks. Principles of construction of neural networks for recognition problems and theory of moment invariants for two-dimensional images are described.*

**Key words:** multilayer perceptron, theory of moment invariants, Zernike polynomial.

### **Вступ**

Розпізнавання графічних образів є напрямком, що входить у коло задач штучного інтелекту. Цей напрямок має низку практичних застосувань: автоматичне розпізнавання рукописного тексту, біометрична ідентифікація людини по фото і відбиткам пальців, інтелектуальний пошук у базах даних зображень і т.д.

Для полегшення виконання процедури класифікації та ідентифікації об'єктів використовується препроцесинг зображень, метою якого є виділення найбільш інформативних ознак.

Одним із популярних підходів обчислення ознак для об'єктів, які вже є виділеними від загального фону, є теорія моментних інваріантів.

## **Топологія нейронної мережі для розпізнавання зображень**

Для розпізнавання складних об'єктів створюють системи на основі нейронних мереж (НМ, neural network). Вони можуть мати топологію, орієнтовану на розв'язання конкретної задачі із врахуванням властивостей об'єкта, таких, як просторово-часову орієнтацію, масштаб, геометричні параметри, координати, кутове положення, лінійний розмір, відстань, тощо [1].

Головною задачею нейронних мереж являється побудова інтелектуальних інформаційних систем, які володіли б рівнем ефективності вирішення неформалізованих задач, порівнюваних з людськими можливостями. Системи штучного інтелекту повинні володіти наступними характерними особливостями:

1) наявність в них власної внутрішньої моделі зовнішнього середовища; ця модель забезпечує індивідуальність, відносну самостійність системи в оцінці ситуації, можливість семантичної і прагматичної інтерпретації запитів до системи;

2) здатність до дедуктивного висновку, тобто до генерації інформації, яка в явному вигляді не міститься в системі; ця якість дозволяє системі конструювати інформаційну структуру з новою семантикою і практичною спрямованістю;

3) вміння оперувати в ситуаціях, пов'язаних з різними аспектами нечіткості, включаючи «розуміння» природної мови;

4) здатність до діалогового взаємодії з людиною;

5) здатність до адаптації.

Нейронна мережа складається з елементів, які називаються формальними нейронами (formal neuron). Кожен нейрон приймає набір сигналів, що надходять на його входи від однієї групи таких же нейронів, обробляє сигнали з врахуванням попередніх сигналів. Зв'язки між нейронами кодуються вагами, що відображають важливість їх інформації для визначення загального результату. Основний принцип настроювання

нейронної мережі полягає в застосуванні процедур оптимізації та адаптації на основі певних критеріїв, здатності до перенавчання.

Однією з переваг нейронної мережі є те, що всі елементи можуть функціонувати паралельно, тим самим істотно підвищуючи ефективність розв'язання задач, особливо при обробці зображень в реальному часі. Системи розпізнавання об'єктів зображення, що засновані на нейронних мережах, використовують ієрархічну архітектуру. Спочатку вектор ознак обробляється групою з високим рівнем похибок, далі, якщо вектор не був класифікований як не об'єкт, алгоритм розв'язання коректується більш точною і більш повільною мережею [2].

Переважає більшість прикладних нейронних систем передбачає використання багат шарових персептронів. Персептрон навчають, подаючи сукупність (множину) зображень по одному на його вхід і змінюють ваги до того часу, коли для всіх зображень не буде досягнуто необхідне вихідне значення

Припустимо, що вхідні зображення нанесено на демонстраційні карти. Кожну карту розбито на квадрати і від кожного квадрата на персептрон подається вхідний сигнал. Якщо в квадраті є лінія, то від неї подається одиниця, у протилежному випадку – нуль. Сукупність квадратів на карті задає сукупність нулів і одиниць, котрі подаються на входи персептрона. Мета полягає в тому, щоб навчити персептрон умикати індикатор за умови подавання на нього сукупності входів, що задають непарне число, і не вмикати у випадку парного. На рис. 1 наведено таку персептронну конфігурацію [2].

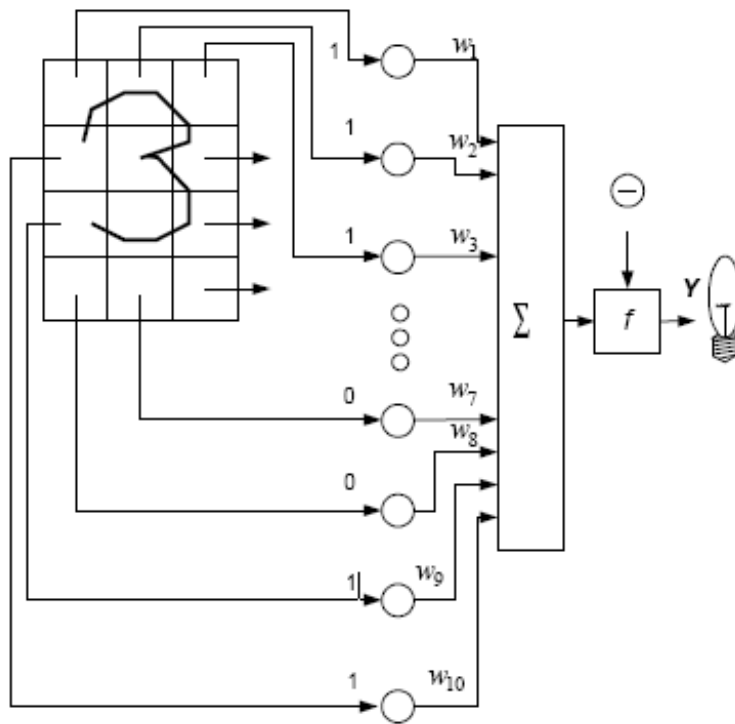


Рис. 1 - Персептронна система розпізнавання зображень

Демонстраційну карту з цифрою 3, подано на вхід, значення на виході  $\gamma$  дорівнює одиниці (мережа вказує на непарність). Оскільки це правильна відповідь, то ваги не змінюються. Якщо на вхід подають карту з номером 4 і значення на виході  $\gamma$  дорівнює одиниці, то ваги, приєднані до одиничних входів, повинні бути зменшені, оскільки отримано невірний результат. Аналогічно, якщо карта з номером 3 дає нульове значення на виході, то ваги, приєднані до одиничних входів, необхідно збільшити, щоб скорегувати помилку. За скінчене число кроків мережа навчиться розділяти карти на парні та непарні за умови, що сукупність цифр лінійно роздільна. Отже для всіх непарних карт вихід буде більшим від порогу, а для всіх парних – нижчим. Зазначимо, що це навчання глобальне, тобто мережа навчається на всій можливій множині вхідних сигналів.

Метод геометричних і більш загальних алгебраїчних інваріантів відіграє значну роль у розв'язанні задач розпізнавання зображень. Так, наприклад, інваріанти, у тому числі інваріантні моменти, були успішно використані для розпізнавання профілів літаків і танків, друкованих і рукописних букв, параметрів стикувального вузла космічного апарата, а

також багатьох інших об'єктів. Математичне обґрунтування інваріантних особливостей напівтонових зображень базується на теорії алгебраїчних інваріантів [1].

Основою процесу розпізнавання зображень з використанням нейронних мереж є вибір оптимального набору ознак, без чого жоден алгоритм не може дати необхідного ефекту. Від вдалого вибору залежать як алгоритм розпізнавання, його характеристика, так і складність реалізації нейронної мережі, а також складність апаратної реалізації [3].

Розрізняють первинні та вторинні ознаки для цифрових зображень, які обробляються. Вторинні ознаки відрізняються від первинних тим, що аналізована інформація для вторинних ознак повинна містити не лише відповідні параметри сегментованих областей об'єктів, але й правила перетворення первинних ознак на форми, що будуть використовуватися при подальшому розпізнаванні об'єктів. Ефективність реалізації вторинної ознаки залежить одночасно від повноти та надлишковості поданої інформації.

Загальну класифікацію вторинних ознак наведено на рис. 2 [3, 4].



Рис. 2 – Загальна класифікація вторинних ознак об'єкта

Інваріантами зображення [4] називаються такі об'єкти, які залишаються незмінними під час певних перетворень, таких як афінні.

Фактично класичну задачу інтелектуальної обробки зображень, зокрема, аналізу форми, класифікації та розпізнавання зображень можна звести до фундаментальних задач побудови простору інваріантів, що дає змогу поділити два нееквівалентні об'єкти.

Моментами є скалярні величини, що використовуються для характеристики функції та захоплення її істотних ознак. Моменти функцій мають широкий спектр застосування при аналізі зображень, таких як, інваріантні розпізнавання, класифікація об'єктів, подання оцінки, кодування та реконструкція зображень. Множина моментів, що обчислюється з цифрових зображень, як правило, задає глобальні характеристики форми зображення, а також надає інформацію про різні типи геометричних особливостей зображення.

Основною особливістю моменту Зерніке [4] є інваріантність до обертання. Для досягнення певного масштабу під час переведення зображення спочатку нормалізують, а потім використовують регулярні моменти для Зерніке.

Алгоритм розпізнавання, зображений на основі ортогональних інваріантних моментів Зерніке на рис. 3.



Рис. 3 – Основні кроки процесу розпізнавання зображень

На стадії попередньої обробки із зображення виймаються особливості завантаженого зображення. Попередня обробка зображень передбачає нормалізацію зображення та визначення точки «центру», з якої почнуться обчислення моментів Зерніке. Ступінь подібності двох зображень, поданих у числовому вигляді, обчислювався за допомогою визначення евклідової відстані між вектором моментів невідомого зразка та векторами моментів бази еталонів.

У результаті цього відокремлювалися нееквівалентні об'єкти та відбувався процес розпізнавання зображення.

Моменти Зерніке – не єдина реалізація теорії моментних інваріантів, найбільш продуктивні та відомі підходи перераховано нижче [5].

- Моменти псевдо-Зерніке (МПЗ) є похідними від моментів Зерніке.
- Моменти Лежандра (МЛ) – ортогональні моменти, які використовуються для обробки зображень, що володіють мінімальною інформативністю і які вперше ввів Тіг [5].
- Моменти Чебишева для цифрового зображення.
- Моменти Кравчука.
- Моменти Ханта.

### **Висновки**

У статті розглянуто основні принципи побудови нейронних мереж для вирішення задач розпізнавання та обробки цифрових зображень.

На основі методів теорій інваріантів і моментів для двовимірних зображень у роботі описано моменти, які найчастіше використовуються у прикладних задачах обробки зображень, а саме, для задач реконструкції зображень та для порівнювання наборів зображень на піксельному чи субпіксельному рівнях.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Bjorke K. High-quality filtering. In GPU Gems: Programming Techniques, Tips, and Tricks for Real-Time Graphics. / K. Bjorke. Addison Wesley. – 2004.

2. Кветний Р. Н., Богач І. В., Бойко О. Р., Софіна О. Ю., Шушура О. М. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень / Р. Н. Кветний, І. В. Богач, О. Р. Бойко, О. Ю. Софіна, О. М. Шушура. – Вінниця: ВНТУ. – 2012, 130 ст.

3. Чернодуб А. М. Метод виділення ознак на основі спільних векторів відносних фазових орієнтацій моментів і моментів Зерніке для розпізнавання образів / А. М. Чернодуб. – Математические машины и системы №4, том 1. – 2010.

4. Рашкевич Ю. М., Ткаченко Р. О., Цмоць І. Г., Пелешко Д. Д. Нейроподібні методи, алгоритми та структури обробки сигналів і зображень у реальному часі / Ю. М. Рашкевич, Р. О. Ткаченко, І. Г. Цмоць, Д. Д. Пелешко. – Видавництво Львівської політехніки. – 2014.

5. Пелешко Д., Ковальчук А., Кустра Н., Ізонін І. Інваріантні моменти в прикладних задачах обробки та аналізу зображень/ Д. Пелешко, А. Ковальчук, Н. Кустра, І. Ізонін. – Національний університет «Львівська політехніка». – 2011.