

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОТЕХНОЛОГІЙ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

Факультет інформаційних технологій

Кафедра комп'ютерних наук

**Терія розпізнавання образів та класифікація в системах штучного
інтелекту**

Лабораторна робота №1

**«Дослідження методу розпізнавання образів на основі порівняння з
еталоном»**

(4 години)

1

Київ - 2025

Мета роботи: Засвоєння базових знань щодо способів класифікації образів на основі методу порівняння з еталоном. Розробка програмної системи, що реалізує розпізнавання образів на основі зазначеного методу. Дослідження розробленої системи. Отримання практичних навичок з розробки програмних систем розпізнавання образів..

Підготовка до роботи: Вивчити і уявити теоретичні відомості щодо способів класифікації образів на основі методу порівняння з еталоном.

Завдання:

1. Ознайомитись з методичними матеріалами до лабораторної роботи.
2. Розробити програмний додаток на мові програмування C/C++ в середовищі розробки MS Visual Studio, що реалізує алгоритм розпізнавання образів на основі методу порівняння з еталоном.
3. Дослідити властивості методу порівняння з еталоном за допомогою розробленого програмного додатку на прикладах рішення задач класифікації. В якості похідних даних при дослідженні властивостей методу використати приклад, що наведений в матеріалах методичної розробки до лабораторної роботи і довільний власний приклад.
4. За результатами досліджень скласти звіт з поясненням проміжних результатів процесу вирішення задач класифікації та сформулювати обґрунтовані висновки щодо отриманих результатів дослідження.

Зміст звіту:

1. Назва та мета роботи.
2. Теоретичні відомості.
3. Опис програмного засобу.
4. Відкоментований похідний код програмного додатку для дослідження методу порівняння з еталоном на мові C/C++ в середовищі розробки MS Visual Studio.
5. Скрин-шоти роботи програмного додатку з поясненнями щодо отриманих проміжних результатів вирішення задач класифікації і обґрунтуванням отриманих результатів дослідження.
6. Сформулювати висновки щодо отриманих результатів дослідження методу порівняння з еталоном при вирішенні задач класифікації.

Теоретичні відомості

1/1/ Основні визначення і постановка задачі

Теорія розпізнавання образів - розділ інформатики та суміжних дисциплін (математики, статистики), що розвиває методи класифікації та ідентифікації образів, які характеризуються кінцевим набором властивостей і ознак.

Образ - це предмет, явище, процес, сигнал, ситуація, об'єкт, подія, якій можна присвоїти ім'я. Приклади образів: 1. Відбиток пальця 2. Надрукований слово 3. Особа людини 4. Мовний сигнал і т.д.

розпізнавання образу - це віднесення образу до одного або декількох визначених категоріям (класах).

клас образів (Категорія) - це набір образів, що мають спільні властивості. Для об'єктів одного класу передбачається наявність «схожості». Для завдання розпізнавання може бути визначено довільну кількість класів, більше 1. Кількість класів позначається числом S . Кожен клас має свою мітку класу (назва).

Ознака - кількісний опис тієї чи іншої властивості досліджуваного образу.

простір ознак це K -мірний простір, певне для даної задачі розпізнавання, де N - фіксоване число вимірюваних ознак для будь-яких об'єктів. Вектор з простору ознак x , відповідний об'єкту завдання розпізнавання це N -мірний вектор з компонентами (x_1, x_2, \dots, x_N) , які є значеннями ознак для даного об'єкта.

У класичному підході розпізнавання образів, невідомий об'єкт для класифікації представляється у вигляді вектора елементарних ознак.

Необхідно вибрати правильні вимірювані параметри в якості ознак класів, які дозволяли б розрізняти образи. Ознаки загальні для всіх класів не несуть корисної інформації і не розглядаються як ознаки в задачі розпізнавання. Вибір ознак є однією з важливих задач, пов'язаних з побудовою системи розпізнавання.

Іншими словами, розпізнавання образів можна визначити, як віднесення вихідних даних до певного класу за допомогою виділення істотних ознак або властивостей, які характеризують ці дані, із загальної маси несуттєвих деталей.

Під час розпізнавання (або класифікації) пропонувані образи розподіляються по визначеним класам.

Верифікація - процес зіставлення примірника об'єкта з однією моделлю об'єкта або описом класу.

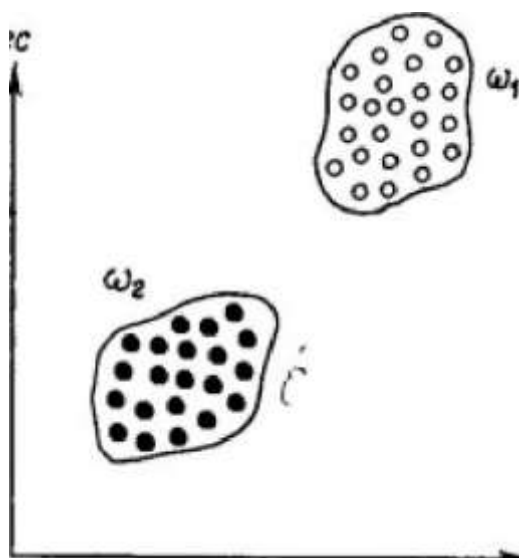
Розпізнавання образів - це віднесення вихідних даних (образів) до певного класу за допомогою виділення істотних ознак, що характеризують ці дані, із загальної маси несуттєвих даних.

Класична постановка задачі розпізнавання образів: Дано множина образів (об'єктів). Щодо них необхідно провести класифікацію. Множина представлено підмножинами, які називаються класами.

Задані: інформація про класи, опис усієї множини і опис інформації про об'єкт, належність якого до певного класу невідома. Потрібно за наявною інформацією про класи і описі образу (об'єкта) встановити - до якого класу належить цей образ (об'єкт).

Такі завдання вирішуються досить часто, наприклад, при переході або проїзді вулиці за сигналами світлофора. Розпізнавання кольору загорілася лампи світлофора і знання правил дорожнього руху дозволяє прийняти правильне рішення про те, чи можна чи не можна переходити вулицю.

Якщо розглянути два класи об'єктів: дорослі і діти. В якості ознак можна вибрати зріст і вагу. Як видно з малюнка, ці два класи утворюють дві непересічні множини, що можна пояснити обраними ознаками. Однак не завжди вдається вибрати правильні вимірювані параметри в якості ознак класів. Наприклад, вибрані параметри не підійдуть для створення непересічних класів футболістів і баскетболістів.



4

Необхідність в такому розпізнаванні виникає в самих різних областях - від військової справи і систем безпеки до оцифровки аналогових сигналів.

Проблема розпізнавання образів набула величезного значення в умовах інформаційних перевантажень, коли людина не справляється з лінійно- послідовним розумінням надходять до нього повідомлень, в

результаті чого його мозок перемикається на режим одночасності сприйняття і мислення, якому властиво таке розпізнавання.

Не випадково, таким чином, проблема розпізнавання образу виявилася в поле міждисциплінарних досліджень - в тому числі в зв'язку з роботою зі створення штучного інтелекту, а створення технічних систем розпізнавання образів привертає до себе все більшу увагу.

Напрямки розвитку теорії розпізнавання образів

Історично теорія розпізнавання образів розвивалася за двома напрямками: детерміновані і статистичному.

Детерміністський підхід включає в себе математично формалізовані емпіричні і евристичні методи (методи, в основі яких лежить моделювання процесу міркувань). При цьому, використовується різний математичний апарат (математична логіка, теорія графів, топологія, математична лінгвістика, математичне програмування та ін.).

Статистичний підхід спирається на фундаментальні результати математичної статистики (теорія оцінок, послідовний аналіз, стохастична апроксимація, теорія інформації).

Ось далеко неповний список, для чого може застосовуватися розпізнавання образів: 1. Розпізнавання символів / цифр, як друкованих, так і рукописних.

2. Розпізнавання мови.
3. Комп'ютерна діагностика в медицині.
4. Класифікація документів за змістом.
5. Системи безпеки і обліку (розпізнавання осіб, відбитків пальців).
6. Розпізнавання зображень з супутника, застосування у військовій справі.
7. Розпізнавання штрих-кодів.
8. Розпізнавання автомобільних номерів і номерів вагонів, контейнерів.
9. Розпізнавання запахів.
10. Виявлення дефектів.
11. Інтерпретація послідовностей ДНК.
12. Розпізнавання локальних ділянок земної кори, в яких знаходяться родовища корисних копалин.

Порівняння об'єктів можна виробляти на основі їх подання у вигляді векторів вимірювань. Дані вимірювань зручно представляти у вигляді дійсних чисел. Тоді схожість векторів ознак двох об'єктів може бути описано за допомогою евклидова відстані.

$$\|x_1 - x_2\| = \sqrt{\sum_{i=1,d} (x_1[i] - x_2[i])^2}$$

де d - розмірність вектора ознаки.

Розрізняють 3 групи методів розпізнавання образів:

1. **Порівняння з еталоном.** У цю групу входить класифікація по найближчому середньому, класифікація по відстані до найближчого сусіда. Також в групу порівняння зі зразком можна віднести структурні методи розпізнавання.

2. **Статистичні методи.** Як видно з назви, статистичні методи використовують деяку статистичну інформацію при вирішенні задачі розпізнавання. Метод визначає приналежність об'єкта до конкретного класу на основі ймовірності. У ряді випадків це зводиться до визначення апостеріорної ймовірності приналежності об'єкта до певного класу, за умови, що ознаки цього об'єкта взяли відповідні значення. Прикладом служить метод на основі байєсівського вирішального правила.

3. **Нейронні мережі.** Окремий клас методів розпізнавання. Відмінною особливістю від інших є здатність навчатися. Ці методи базуються на вивченні здібностей до розпізнавання, якими володіють живі істоти, пояснення і моделювання їх;

Перцептрон як метод розпізнавання образів. Френк Розенблат, вводячи поняття про модель мозку, завдання якої полягає в тому, щоб показати, як в деяку фізичну систему, структура і функціональні властивості якої відомі, можуть виникати психологічні явища, описав найпростіші експерименти по розрізнення.

Під час експерименту з навчанням перцептрону зазвичай пред'являється деяка послідовність образів, в яку входять представники кожного з класів, які підлягають розрізнення. Відповідно до деяких правил модифікації пам'яті правильний вибір реакції підкріплюється. Потім перцептрону пред'являється контрольний стимул і визначається ймовірність отримання правильної реакції для стимулів даного класу. Залежно від того, збігається чи не збігається обраний контрольний стимул з одним з образів, які використовувалися в навчальній послідовності, отримують різні результати.

1.2.Класифікація на основі порівняння з еталоном

У класичному підході розпізнавання образів, в якому невідомий об'єкт для класифікації представляється у вигляді вектора елементарних ознак. Система розпізнавання на основі ознак може бути розроблена різними

способами. Ці вектори можуть бути відомі системі заздалегідь в результаті навчання або передбачені в режимі реального часу на основі будь-яких моделей.

Простий алгоритм класифікації полягає в угрупованні еталонних даних класу з використанням вектора математичного очікування класу (середнього значення).

Нехай образи, що характеризуються векторами ознак, задаються таблицею

	X1	X2	X3	X4
Зріст	180	60	190	40
вага	90	20	100	10

Нехай образи еталони, необхідні для навчання системи розпізнавання задаються векторами ознак. Обчислимо середнє значення \bar{x}_i за кожною ознакою.

Ω_1	Y1	Y2	Y3	Y4	Сер
Зріст	180	170	200	189	184,75
вага	90	75	110	80	88,75

Ω_2	Y5	Y6	Y7	Y8	Сер
Зріст	100	70	90	40	75
вага	50	20	30	20	30

$$\bar{x}_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1, n_i} x_{i,j}$$

де $x_{i,j}$ - i -й еталонний ознака класу i , n_j - кількість еталонних векторів класу i . обчислимо

$$\text{Якщо } \langle, \text{ то } X_i \parallel C_{cp2} - X_i \parallel \parallel C_{cp1} - X_i \parallel \in \Omega_2$$

$$\text{Якщо } \langle, \text{ то } X_i \parallel C_{cp1} - X_i \parallel \parallel C_{cp2} - X_i \parallel \in \Omega_1$$

$$[(184,75-180)^2 + (88,75-90)^2]^{1/2} = 4,912 < [(75-180)^2 + (30-90)^2]^{1/2} = 120,9 \rightarrow \Omega_1$$

$$[(184,75-60)^2 + (88,75-20)^2]^{1/2} = 142,4 > [(75-60)^2 + (30-20)^2]^{1/2} = 18,03 \rightarrow \Omega_2$$

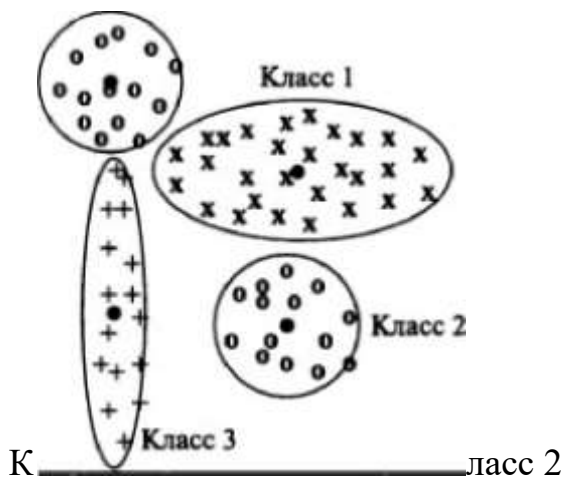
$$[(184,75-190)^2 + (88,75-100)^2]^{1/2} = 12,4 < [(75-190)^2 + (30-100)^2]^{1/2} = 134,6 \rightarrow \Omega_1$$

$$[(184,75-40)^2 + (88,75-10)^2]^{1/2} = 164,8 > [(75-40)^2 + (30-10)^2]^{1/2} = 40,31 \rightarrow \Omega_2$$



Тоді невідомий об'єкт буде ставитися до класу 1, якщо він істотно ближче до вектору математичного очікування класу 1, ніж до векторів математичних очікувань інших класів. Цей метод підходить для задач, в яких точки кожного класу розташовуються компактно і далеко від точок інших класів.

Труднощі виникнуть, якщо класи матимуть дещо складнішу структуру, наприклад, як на малюнку. В даному випадку клас 2 розділений на два непересічних ділянки, які погано описуються одним середнім значенням. Також клас 3 занадто витягнуті, зразки 3-го класу з великими значеннями координат x_2 ближче до середнього значення 1-го класу, ніж 3-го.



Описана проблема в деяких випадках може бути вирішена зміною розрахунку відстані.

Будемо враховувати характеристику «розкиду» значень класу - σ^2 , уздовж кожного координатного напрямку i . Середньоквадратичне відхилення

дорівнює квадратному кореню з дисперсії. Шкалювання евклідова відстань між вектором x і вектором математичного очікування x_c одно

$$\|x - x_c\| = \sqrt{\sum_{i=1,d} \left(\frac{x[i] - x_c[i]}{\sigma_i} \right)^2}$$

Ця формула відстані зменшить кількість помилок класифікації, але на ділі більшість завдань не вдається уявити таким простим класом. Класифікація по відстані до найближчого сусіда. Інший підхід при класифікації полягає у віднесенні невідомого вектора ознак x до того класу, до окремого зразком якого цей вектор найбільш близький. Це правило називається правилом найближчого сусіда. Класифікація по найближчому сусіду може бути більш ефективна, навіть якщо класи мають складну структуру або коли класи перетинаються.

При такому підході не потрібно припущень про моделях розподілу векторів ознак в просторі. Алгоритм використовує тільки інформацію про відомих еталонних зразках. Метод рішення заснований на обчисленні відстані x до кожного зразка в базі даних і знаходження мінімальної відстані. Переваги такого підходу очевидні:

в будь-який момент можна додати нові зразки в базу даних;

деревовидні і сіткові структури даних дозволяють скоротити кількість обчислюваних відстаней.

Крім того, рішення буде краще, якщо шукати в базі не одного найближчого сусіда, а k . Тоді при $k > 1$ забезпечує найкращу вибірку розподілу векторів в d -вимірному просторі. Однак ефективне використання значень k залежить від того, чи є достатня кількість в кожній області простору. Якщо є більше двох класів, то прийняти вірне рішення виявляється складніше.

Варіанти завдань

Класифікувати довільні реальні образи (об'єкти) - банки, фірми, інвестиційні фонди, кредитні спілки тощо за кількома показниками, наприклад, власний капітал, прибуток і т.п.