

Аналіз жестів руки: k-NN та k-means

Лабораторна робота

10 лютого 2026 р.

1. Постановка задачі

Об'єкт дослідження: гіпотетичне зображення руки.

Вектор ознак: (w, h) – ширина та висота долоні (см).

Класи: Кулак, Долоня (розкрита).

2. Генерація даних

Дані згенеровано з нормального розподілу:

- **Кулак:** $w \sim N(8, 0.8)$, $h \sim N(4, 0.9)$ – 30 зразків
- **Долоня:** $w \sim N(16, 1.5)$, $h \sim N(16, 1.8)$ – 30 зразків

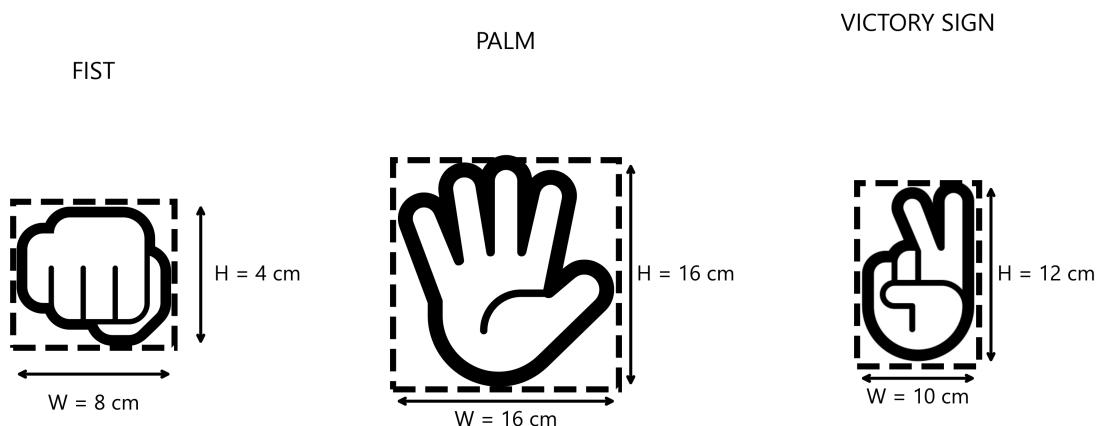


Рис. 1: Приклади обмежувальних рамок для жестів руки

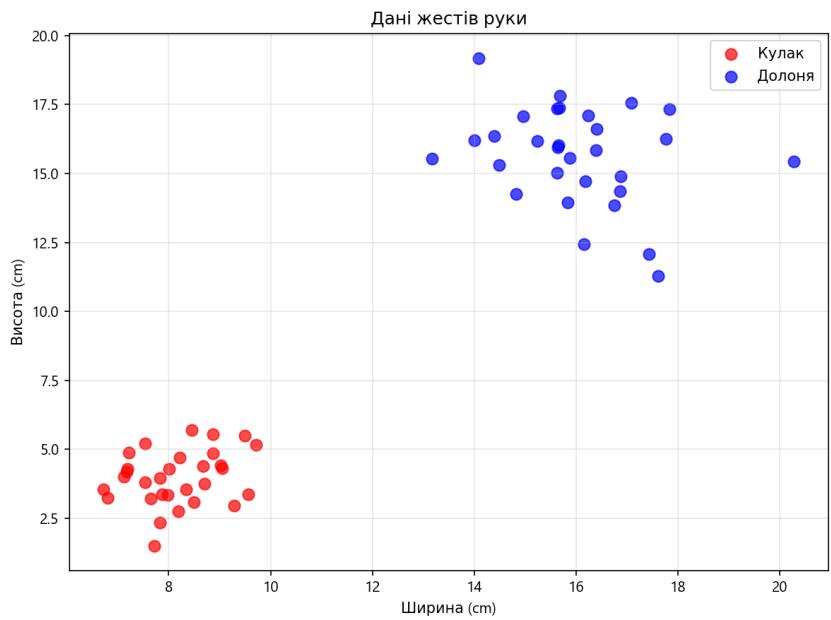


Рис. 2: Розподіл даних у просторі ознак

3. k-NN класифікація

Реалізовано алгоритм k-NN без використання бібліотек. Відстань – евклідова:

$$d(p_1, p_2) = \sqrt{(w_1 - w_2)^2 + (h_1 - h_2)^2} \quad (1)$$

k	Точність
1	100%
3	100%
5	100%
7	100%

Табл. 1: Результати k-NN для різних k

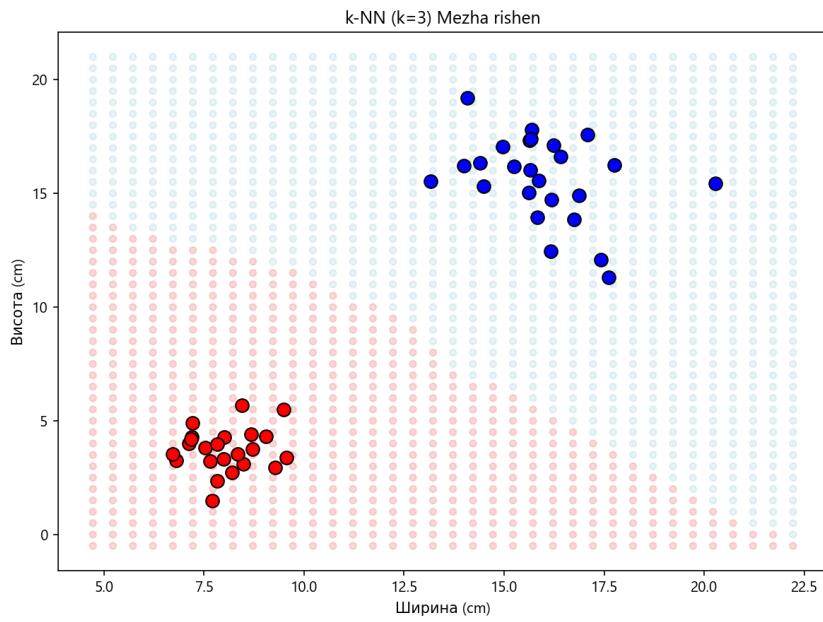


Рис. 3: Межа рішень k-NN (k=3)

4. Проблема класу "Знак перемоги"

Якщо для k-NN збільшити кількість класів від 2 до 3 і додати клас "Знак перемоги" ($w \sim N(10, 1.5)$, $h \sim N(12, 2.0)$), то виникають проблеми через перекриття у просторі ознак:

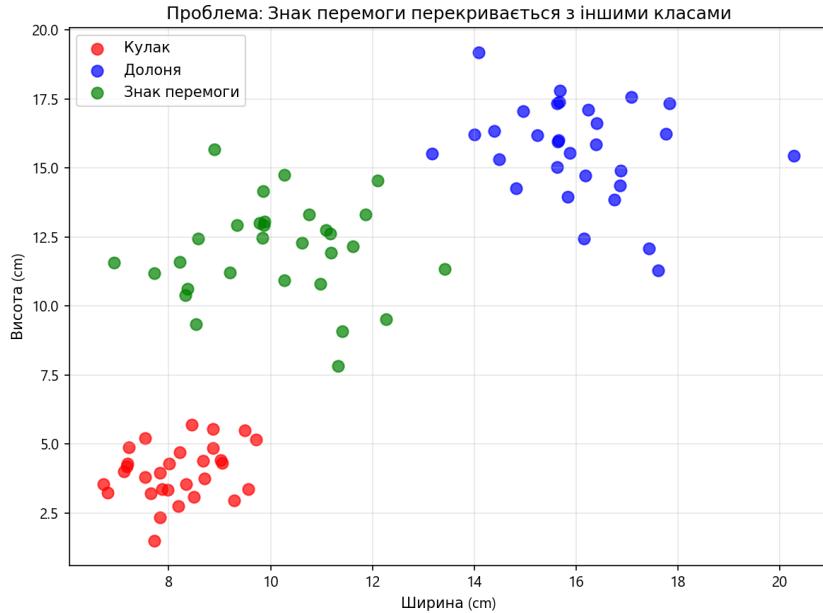


Рис. 4: Перекриття класів при додаванні знаку перемоги

Недоліки:

1. **Перекриття кластерів:** Знак перемоги має проміжні розміри
2. **Недостатність ознак:** Ширина/висота не описують конфігурацію пальців

3. Неоднозначність: Різні жести можуть мати однакові розміри

Рішення: Додати ознаки – кількість пальців, кути між пальцями, співвідношення сторін.

5. k-means класифікація

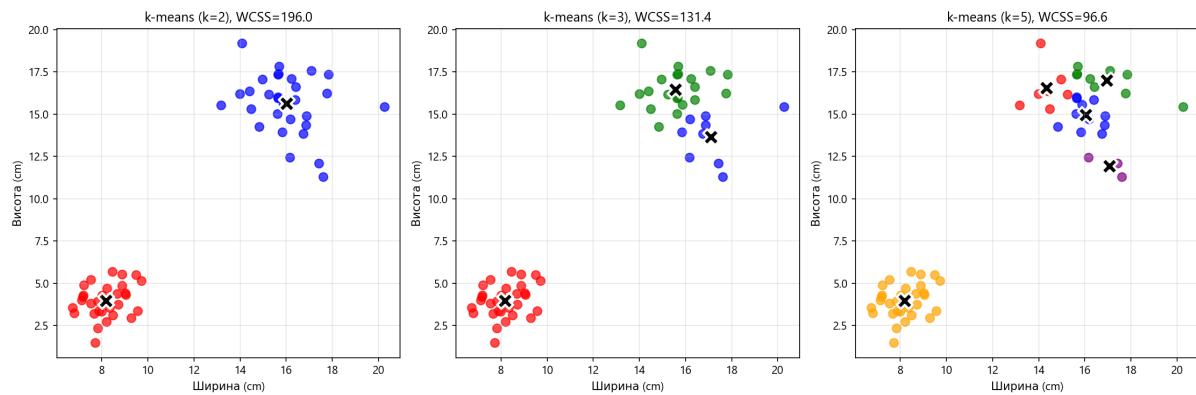


Рис. 5: Результати k-means для $k=2,3,5$

k	WCSS
2	196.0
3	131.4
5	96.6

Табл. 2: Within-Cluster Sum of Squares

6. Висновки

- k-NN:** Ефективний для двох класів (Кулак/Долоня) з точністю 100%
- k-means:** $k=2$ найкраще відповідає природній структурі даних
- Обмеження:** 2D ознаки (ширина, висота) недостатні для розрізnenня складніших жестів
- Рекомендація:** Для класифікації >2 жестів потрібні додаткові ознаки