Практична робота №8

Тема: Визначення геометричних параметрів об’єкта на зображенні.

Мета роботи: Ознайомитися з основними геометричними параметрами, які можна обчислити на основі зображення об’єкту.

8.1 Теоретична інформація

Визначення геометричних параметрів об’єктів на зображеннях є важливим завданням комп’ютерного зору, яке знаходить застосування в медицині, промисловості, геодезії, робототехніці, а також у сфері безпеки. Під геометричними параметрами розуміють характеристики форми, розміру, положення та орієнтації об’єкта в просторі або на площині. У комп’ютерному аналізі зображень цей процес реалізується шляхом обробки цифрових зображень з використанням методів математичної морфології, сегментації, фільтрації, апроксимації контурів тощо.

Процес визначення геометричних параметрів об’єкта за зображенням зазвичай включає кілька основних етапів:

Попередня обробка зображення. Зображення може бути зашумленим, мати погану контрастність або невиразні контури об’єктів. Тому попередня обробка включає: фільтрацію шуму (медіанні, гаусівські фільтри), підвищення контрасту, перетворення в градації сірого (якщо зображення кольорове), нормалізацію яскравості.

Сегментація об’єкта. Сегментація — це процес виділення об’єкта або об’єктів на зображенні. Методи сегментації: порогова сегментація (бінаризація), сегментація за кольором або текстурою, використання алгоритмів машинного навчання (наприклад, U-Net у медичних зображеннях), активні контури (snake-метод).

Виділення контурів. Контур — це замкнута або незамкнута крива, що окреслює межі об’єкта. Часто використовуються: оператори Собеля, Канні, Прюітта, морфологічні операції (ерозія, дилатація), апроксимація контурів за допомогою алгоритмів Дугласа-Пекера або сплайнів.

Виділення та розрахунок геометричних параметрів. Після сегментації та виділення контурів об’єкта можна розраховувати основні геометричні характеристики. Після сегментації та виділення контурів об’єкта можна розраховувати основні геометричні характеристики. Функція **regionprops** вимірює такі властивості, як площа, центроїд та обмежувальна рамка, для кожного об'єкта (зв'язного компонента) на зображенні. **regionprops** підтримує як суміжні, так і розривні області. Під час виклику функції **regionprops** можна пропустити аргумент properties, і в цьому випадку функція повертає вимірювання "Площа", "Центроїд" та "Обмежувальна рамка". **regionprops** знаходить унікальні об'єкти на бінарних зображеннях, використовуючи 8-зв'язні околиці для двовимірних зображень та максимальну зв'язність для зображень вищої розмірності. Щоб знайти об'єкти за допомогою інших типів зв'язності, використовується bwconncomp для створення зв'язних компонентів.

Під час аналізу зображень у MATLAB дуже зручно використовувати функцію **regionprops**, яка дозволяє автоматично обчислювати ключові геометричні характеристики об’єктів на бінарному зображенні. Це особливо корисно, коли ми досліджуємо форми клітин, зерен чи будь-яких інших структур. Нижче подано пояснення основних показників, які часто застосовуються в практиці.

Площа (Area) — це загальна кількість пікселів, які належать певному об’єкту. Це базова характеристика, що фактично відображає розмір об’єкта, і вимірюється в квадратних пікселях.

Периметр (Perimeter) визначає довжину межі об’єкта. У MATLAB ця характеристика враховує як горизонтальні та вертикальні, так і діагональні зв’язки між пікселями, що дозволяє точніше визначити межу складних форм.

Ексцентриситет (Eccentricity) показує, наскільки витягнутою є фігура. Він обчислюється за формулою, що базується на відношенні довжин великої і малої півосей еліпса, який апроксимує об’єкт. Значення ексцентриситету змінюється від 0 (ідеальне коло) до 1 (витягнутий еліпс).

Щільність (Solidity) описує, яку частку займає об’єкт у межах своєї опуклої оболонки. Вона визначається як відношення площі об’єкта до площі його convex hull. Чим ближче це значення до 1, тим менше в об’єкті отворів чи виступів.

Extent — це характеристика, що вказує, яку частину площі займає об’єкт у межах свого обмежувального прямокутника. Це співвідношення площі об’єкта до площі прямокутника, що його повністю охоплює.

Довжина великої осі (MajorAxisLength) визначає довжину головної осі еліпса, який має ті ж моменти інерції, що і об’єкт. Вона показує напрямок максимального поширення об’єкта.

Довжина малої осі (MinorAxisLength), відповідно, вказує на розмір об’єкта у напрямку, перпендикулярному до основної осі.

Орієнтація (Orientation) — це кут нахилу головної осі об’єкта відносно горизонтальної осі. Значення може бути від -90 до +90 градусів і дозволяє зрозуміти, у якому напрямку розташований об’єкт.

Центр мас (Centroid) визначає середню координату всіх пікселів об’єкта. Це щось на зразок "центру ваги", що допомагає аналізувати розміщення об'єктів у просторі.

Окремо можна обчислити показник округлості (Circularity), який не входить до стандартного набору **regionprops,** але часто використовується. Якщо значення близьке до 1, то об’єкт має майже круглу форму.Такі геометричні характеристики дозволяють не лише візуально спостерігати за формами на зображеннях, але й проводити кількісний аналіз та автоматичну класифікацію.

Визначення геометричних параметрів об’єкта на зображеннях є ключовою складовою комп’ютерного зору та цифрової обробки зображень. Завдяки розвитку алгоритмів сегментації, аналізу форм, математичних моментів і штучного інтелекту, стало можливим точно та ефективно аналізувати як прості, так і складні об’єкти. Застосування таких методів відкриває широкі перспективи в автоматизації, діагностиці, дослідженнях та технічному контролі.

8.2 Порядок виконання роботи

8.2.1 Завантажити в оперативну пам’ять обране зображення;
8.2.2 Провести попередню обробку зображення(зменшення шуму, підвищення контрасту, нормалізація яскравості, перетворення в градації сірого);
8.2.3 Сегментувати зображення використовуючи адаптивну бінаризацію;
8.2.4 Підібрати коефіцієнт чутливості для адаптивної бінаризації;
8.2.5 За допомогою методу regionprops визначити основні геометричні параметри об’єктів;
8.2.6 Отриману інформацію відобразити в таблиці;
8.2.7 Побудувати графіки: «Площі», «Ексцентриситет», «Круглість», «Щільність».

8.3 Зміст звіту

8.3.1 Тема практичної роботи;
8.3.2 Мета практичної роботи;
8.3.3 Обране зображення;
8.3.4 Таблиця геометричних параметрів знайдених об’єктів;
8.3.5 Графіки: «Площі», «Ексцентриситет», «Круглість», «Щільність»;
8.3.6 Висновки.

8.4 Контрольні запитання

8.4.1 Що таке бінарне зображення і навіщо його використовують у задачах аналізу форм?
8.4.2 Яку функцію MATLAB використовують для обчислення геометричних параметрів об’єктів на зображенні?
8.4.3 Що характеризує показник Area? У яких одиницях він вимірюється?
8.4.4 Як MATLAB визначає Perimeter об’єкта? Які зв’язки між пікселями враховуються?
8.4.5 Поясніть поняття Eccentricity. Що означають значення, близькі до 0 та до 1?

Додаток 1

```
% Крок 1: Завантаження та відображення зображення
I = imread('images.jpg');
figure, imshow(I), title('Оригінальне зображення');

% Крок 2: Перетворення в відтінки сірого (якщо потрібно)
if size(I, 3) == 3
    Igray = rgb2gray(I);
else
    Igray = I;
end

% Крок 3: Покращення контрасту
Ieq = adapthisteq(Igray);
figure, imshow(Ieq), title('Покращене зображення');

% Крок 4: Адаптивна бінаризація
BW = imbinarize(Ieq, 'adaptive', 'ForegroundPolarity', 'dark', 'Sensitivity', 0.01);
BW = imcomplement(BW);  % інверсія, якщо об’єкти світлі на темному фоні
figure, imshow(BW), title('Адаптивна бінаризація');

% Крок 5: Морфологічна обробка
BW = bwareaopen(BW, 50); % видалення дрібних об'єктів
BW = imfill(BW, 'holes'); % заповнення отворів
figure, imshow(BW), title('Очищене зображення);

% Крок 6: Виявлення об'єктів
stats = regionprops(BW, 'Area', 'Perimeter', 'Eccentricity', ...
    'Solidity', 'Extent', 'MajorAxisLength', 'MinorAxisLength', ...
    'Orientation', 'Centroid');

fprintf('Загальна кількість знайдених об’єктів: %d\n', numel(stats));

% Крок 7: Візуалізація з підписами
figure, imshow(BW), title(Об’єкти з центрами');
hold on;
for k = 1:length(stats)
    centroid = stats(k).Centroid;
    text(centroid(1), centroid(2), num2str(k), 'Color', 'red', 'FontSize', 8);
end
```

```
hold off;

% Крок 8: Вивід таблиці з характеристиками
T = struct2table(stats);
T.Circularity = 4 * pi * T.Area ./ (T.Perimeter .^ 2);  % додавання круглості

disp('Таблиця параметрів:');
disp(T);

% Крок 9: Побудова гістограм для аналізу
figure;
subplot(2,2,1), histogram(T.Area), title('Площа об’єктів);
subplot(2,2,2), histogram(T.Eccentricity), title('Ексцентриситет');
subplot(2,2,3), histogram(T.Circularity), title('Круглість');
subplot(2,2,4), histogram(T.Solidity), title('Щільність');

% Крок 10: Додаткові дослідження
n_high_circular = sum(T.Circularity > 0.85);
fprintf('Кількість об’єктів із круглстю > 0.85: %d\n', n_high_circular);
```