

### **ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПЕРЕМІЩЕНЬ ОБ'ЄКТІВ НА ОСНОВІ АЛГОРИТМІЧНОЇ ОБРОБКИ ЇХ ЗОБРАЖЕНЬ**

Параметри переміщень об'єктів є важливою інформацією при вирішенні задач контролю та спостереження за різними процесами в галузі промисловості. Наприклад, це можуть бути різні механічні конструкції, для яких потрібно контролювати їх поточний стан та просторове розташування. Параметри переміщень об'єктів можуть бути визначені шляхом формування їх двовимірних зображень за допомогою відеокамери.

Перш ніж вимірювати параметри переміщень, зображення повинне пройти етап підготовки, який полягає у виконанні операцій поліпшення його якості (усунення розмитості, підкреслення контурів, фільтрація шумів) і операцій формування графічного препарату зображення (сегментація та виділення контурів).

Зображення на етапі формування піддаються дії адитивного і імпульсного шуму. Адитивний шум – це реалізація випадкового процесу, що додається до корисного відеосигналу на виході системи формування зображень. В даному випадку адитивний шум виникає в оптичній системі та електронних схемах формування та підсилення відеосигналу. Імпульсний шум, на відміну від адитивного, характеризується дією на корисний сигнал лише в окремих випадкових точках (значення результуючого сигналу в цих точках приймає випадкове значення). Імпульсний шум характерний для цифрових систем передачі і зберігання зображень. Таким чином, в процесі вимірювання переміщень об'єктів виникає завдання зниження рівня шуму. Простим методом, що знижує шум на зображенні, є згладжування, тобто заміна значення яскравості кожного елементу середнім значенням, знайденим по його околиці – множині точок, що належать околиці поточної точки (включаючи і саму цю точку).

Методи згладжування зображень можуть усувати шум дуже ефективно. Істотним недоліком алгоритмів згладжування є розмиття зображення (зниження чіткості контурних елементів), при цьому величина розмиття пропорційна розміру маски, що використовується для згладжування. При обчисленні геометричних параметрів та параметрів переміщень об'єктів дуже важливо зменшити розмиття контурів цих об'єктів на зображенні, тобто підсилити різницю між градаціями яскравості контурних елементів об'єкту і сусідніх елементів фону. В цьому випадку при обробці зображень використовуються методи підкреслення контурів. Підкреслення меж здійснюється методом височастотної просторової фільтрації.

В ході автоматизованої обробки зображень необхідно вимірювати координати окремих точок, визначити відстань між точками і розміри об'єктів на зображеннях.

Головною метричною характеристикою на зображеннях є відстань. Відстань – це дійсна функція  $d [(x_i, y_i), (x_j, y_j)]$  координат двох точок  $(x_i, y_i)$  і  $(x_j, y_j)$ . Геометричні розміри об'єкта характеризуються евклідовою відстанню між двома опорними точками, що належать контуру об'єкта. Евклідова відстань між двома точками визначається за формулою:

$$d = \sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2}$$

Для визначення геометричних розмірів об'єкта постає задача визначення координат точок зображення, між якими вимірюється відстань. Отже, необхідно виділити на зображенні досліджуваний об'єкт і визначити координати точок, що утворюють його зовнішній контур.

Визначати геометричні розміри об'єкта на зображенні можна за допомогою двох методів: на основі виділення контурів з подальшим переходом до символічного опису зображення; на основі сегментації зображення по яскравості і визначення координат контурних точок об'єктів.

Перший метод складається з наступних кроків:

1. Виділення контурів на основі застосування до зображення лінійних або нелінійних операторів для збільшення контрастності перепадів яскравості і використання порогового детектору, тобто отримання так званого контурного препарату зображення
2. Виконання процедури витончення контурів.
3. Визначення об'єктів на зображенні на основі набору контурів.
4. Визначення координат окремих точок контуру об'єкта, які необхідні в подальшому для розрахунку метричних характеристик об'єкта.
5. Визначення відстані між точками контуру і геометричних розмірів об'єкта.

Другий метод складається з наступних кроків:

1. Сегментація зображення по яскравості і визначення області приблизно однакової яскравості, що відповідає потрібному об'єкту.
2. Визначення координат окремих точок контуру об'єкта, які необхідні в подальшому для розрахунку метричних характеристик об'єкта.
3. Визначення евклідової відстані між точками контуру і геометричних розмірів об'єкта.

Сегментація зображення – розподіл зображення на області по признаку подібності властивостей їх точок. Найбільш часто сегментацію проводять по яскравості на основі порогового значення яскравості. На рис.1. Представлена сегментація за водорозділом а), текстурн б), за яскравістю в) та кластерна г).

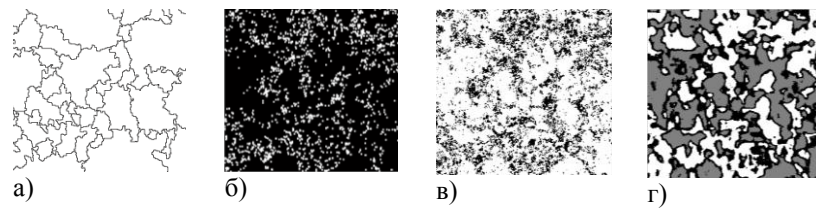


Рис.1. Види сегментації

Результат порогового розподілу – бінарне зображення:

$$Y(x, y) = \begin{cases} Y_a, & Y(x, y) > Y_j \\ Y_b, & Y(x, y) \leq Y_j \end{cases}$$

Важлива задача при сегментації – це вибір порогового значення яскравості, що розділяє об’єкт і фон. Існують емпіричні і аналітичні методи глобального і локального порогового розподілу зображень. При аналітичному підході порогове обмеження формується автоматично в процесі обробки зображення на основі одного з таких методів: побудова гістограми розподілу яскравості точок зображення; визначення максимального значення яскравості зображення; обчислення середнього значення яскравості у вікні; кореляційного аналізу зображення.

У методах, основаних на побудові гістограм, виконується розподіл двох основних піків яскравості на гістограмі. Ці піки відповідають яскравості об’єкта і фону на зображенні. Гістограму можна побудувати для всієї множини точок зображення, але більш доцільно використовувати тільки скорочену множину точок, що утворюють перепад яскравості (тобто контур об’єкта) і безпосередньо прилягають до нього. Приклад побудови гістограми за яскравістю представлений на рис.2.

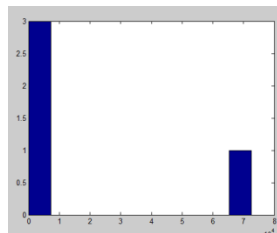


Рис.2. Гістограма за яскравістю

Для аналітичного визначення скороченої множини точок застосовується оператор Лапласа:

$$\nabla^2 Y(x, y) = \frac{\partial^2 Y(x, y)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 Y(x, y)}{\partial y^2}$$

або інші оператори, які використовуються при виділенні контурів.

Гістограма будується по скороченій множині точок, для яких значення оператора Лапласа більше за деяке порогове значення. Це і є множина точок, що належать початку і закінченню перепаду яскравості. По гістограмі визначаються середні значення яскравості об’єкта і фону, а на їх основі – поріг яскравості.

Зауважимо, що більшість процедур визначення порогу яскравості орієнтовані на високу вірогідність безпомилкового виявлення об’єкта і низьку вірогідність помилкового виявлення об’єкта на зображенні, що має деякий рівень шуму. В задачі вимірювання геометричних параметрів і параметрів переміщень об’єктів вказані методи потребують удосконалення з метою підвищення точності визначення координат контурних точок цих об’єктів.

Порівнюючи обидва методи вирішення цієї задачі можна зробити висновок, що перший метод більш складний і потребує більшого об’єму обчислень. Але він забезпечує якіснішу обробку зображень, які містять багато об’єктів складної форми або мають недостатню якість через умови проведення вимірювань. Другий метод доцільно використовувати при обробці якісних зображень, що містять об’єкти апріорно відомої форми, для яких потрібно отримати поточні чисельні значення їх геометричних параметрів та параметрів переміщень.

В результаті, для кожного зображення визначаються координати центру мас об’єкта та його кутова орієнтація. Маючи послідовність таких зображень, можна визначити параметри лінійних та кутових переміщень об’єктів, що досліджуються.