

## ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ СЕГМЕНТАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ З ВИМІРЮВАЛЬНОЮ ІНФОРМАЦІЄЮ ПРО ГЕОМЕТРИЧНІ ПАРАМЕТРИ

На даний час, в багатьох сферах аналізують відеозображення: геологія, мікробіологія, астрономія, тощо. Методи сегментації, що використовуються, підходять саме для окремо взятої сфери діяльності, хоча ці методи дуже рідко чимось суттєвим відрізняються, тому що в багатьох методів сегментації майже один принцип роботи. Але є і такі, які відрізняються від основної маси за своїм алгоритмом роботи.

Розвиток технологій обробки зображень, привів до виникнення нових підходів до рішення задач сегментації зображень та застосуванні їх при рішенні багатьох практичних задач.

В сфері буде використовуватись система, яка буде виконувати операції керуючись результатом отриманим з проаналізованих відеозображень. Цей аналіз, буде проводитись за допомогою сегментації. Сегментація, по простому, – це процес розбиття зображення на групи пікселів, по деяким ознакам.

Метою роботи, що ставилася є проведення порівняльного аналізу найпоширеніших, методів сегментації, вибрати один єдиний, найбільш підходящий для структурних елементів поверхні промислових виробів з природного каменю з подальшим практичним використанням.

Сучасні методи сегментації зображень нараховують велику кількість видів. Вони можуть відрізнятися як в основних принципах дії, так і мати подібні алгоритми з деякими відхиленнями, що удосконалюють кожен метод ще більше.

До основних методів сегментації відносяться наступні:

- Порогова сегментація (сегментація за яскравістю);
- Контурна сегментація;
- Сегментація областей (злиття-розщеплення, кластерна, за водорозділом);
- Гісторгамна сегментація;
- Статистична сегментація.

**Порогові методи** займають центральне місце в задачах сегментації зображень завдяки своїй ефективності. Граничний метод сегментації по яскравості полягає в тому, щоб поставити величину порогу по яскравості і, відносно нього сегментувати пік селі зображення на дві множини, що належать об'єкту і фону. Якщо вхідне зображення містить кілька об'єктів, застосовується метод перетинів, коли задаються два порога, і сегментують пік селі знімка, яскравість яких лежить всередині заданих порогових значень.

**Статистичні методи сегментації.** В умовах невизначеності в даний час застосовуються статистичні методи сегментації, засновані на використанні оптимальних статистичних класифікаторів. В порівнянні з детермінованими методами такі методи є більш трудомісткими, але вони дозволяють стійко сегментувати зображення в умовах невизначеності. Недоліком таких методів є те, що найбільш ефективними вони виявляються лише для обробки кольорових зображень.

**Гістограмна сегментація.** При значних варіаціях яскравості пікселів зображень порогів метод сегментації по яскравості самостійно застосування знаходить вкрай рідко, за винятком завдань контролю якості продукції на виробництві в фіксованих умовах отримання даних. У такій ситуації застосовується гістограмна сегментація, основана ідея якої полягає в тому що, щоб побудувати бімодальну гістограму яскравості зображень в виділенні області, вибрати поріг в точці мінімуму та сегментувати зображення з цим порогом. В умовах нерівномірності освітлення або наявності великої кількості об'єктів гістограмна яскравості не має бімодальної структури. Тому для ефективного застосування методу необхідно проводити локалізацію об'єкта. Для цих цілей використовують скануючі маски, або розбиття зображень.

Найважливішою перевагою гістограмних методів є їх адаптивність до розподілу яскравості об'єкта та фону, яка виражається в можливості адекватного вибору порогу для сегментації, причому в змінних умовах отримання даних. Однак така адаптивність в більшості випадків носить локальний характер та можлива лише в деякій околі локалізованого об'єкта.

**Контурна сегментація.** Останні роки основною методів сегментації вважаються контурні методи, оскільки вони є стійкими до варіацій рівнів яскравості та контрастності зображень.

**Виділення границь.** При цьому основною для побудови контурних методів сегментації є граничні детектори, призначені для виявлення граничних пікселів зображень по контрастності на основі використання масок. Такий підхід набув значного поширення в силу своєї низької трудомісткості. Найпростіші з масок – це інваріантні повороту – симетричні маски. Однак згортка по такій масці характеризується високим розкидом допустимих відхилень та різкими зниженням імовірності віддільності пікселів об'єкта від фону. При низькій контрастності зображень це призводить до нестійкості сегментації. Для подолання цього недоліку застосовують спрямовані маски. Для виявлення границь об'єктів використовуються детектори, що базуються на перетворенні Фурє (або вейвлетів). Їх застосування характеризуються трудомісткістю, вони не адаптуються до просторового положення границі, для адекватності сегментації границі потрібно процедура відбору коефіцієнтів перетворення.

**Зв'язування границь.** Після сегментації пікселів границі наступним кроком виконується зв'язування контурів і побудова границь зображень. В загальному при побудові границі існують дві ключові проблеми – поява розривів і потовщення границі. Для усунення локальних розривів границі, на теперішній час застосовуються маски, які

використовуються для зв'язування фрагментів границі, що лежать на одній лінії, а також методи гістерезису, засновані на використанні двох порогів для сегментації слабо виявленої границі в області розриву. Для побудови межі зображення також використовується пошук на графі. Для зв'язування контурів також використовують перетворення Хафа, яке ефективно працює для об'єктів регулярного виду, форма контурів яких відома априорно. Безсумнівною перевагою більшості контурних методів є низька трудомісткість і стійкість до незначних варіацій яскравості і контрастності зображень. Однак в складних умовах низької контрастності методи характеризуються високою складністю усунення помилкових границь при заниженому порозі, а також складністю усунення розривів границі при підвищеному порозі.

#### **Сегментація областей.**

*Вирощування областей.* Вирощування областей - це метод, який групує пікселі зображення в області за задалегід заданими критеріями. Однією з ключових проблем вирощування областей є вибір стартових пікселів. Головною проблемою є побудова критерію зупинення вирощування, оскільки локальної інформації про суміжні пікселі не вистачає для вирішення нетривіальних. Тому істотним недоліком даного методу вирощування є низька стійкість в умовах низької контрастності зображень.

*Злиття-розщеплення областей.* Альтернативою вирощування є розбиття зображення на безліч областей, які не перетинаються і потім виконання процедури злиття-розщеплення цих початкових областей. Головна проблема реалізації методів злиття-розщеплення є низька потужність критеріїв, що застосовуються для оцінювання однорідності областей. Разом з тим в порівнянні з методами контурної сегментації методи сегментації областей ґрунтуються вже на аналізі характеристик областей, а не окремих пікселів.

*Метод водорозділів.* Головною перевагою метода водорозділів є те, що розподіл контрастності для об'єктів і фону, як правило, носять характер рівномірного закону розподілу. Однак при цьому виникає велика проблема з вибором порога для визначення значущості водорозділів. Для вирішення цих проблем пропонується використовувати маркери об'єктів, що, однак, призводить до необхідності інтерактивної сегментації (рис.1).

*Методи кластерного аналізу або k-середніх* — це ітераційний метод, який використовується для того, щоб розділити зображення на  $K$  кластерів.

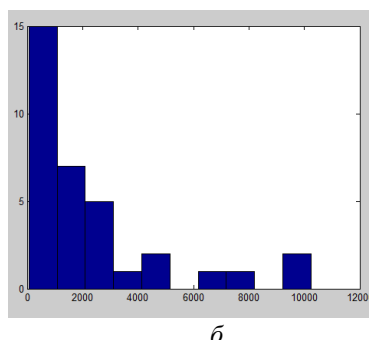
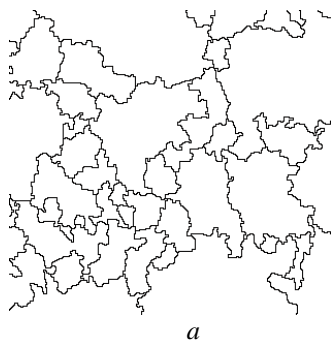


Рис. 1. Приклад сегментації методом водорозділу (а) та гістограми розподілу крапель за площею (б)

Враховуючи переваги та недоліки даних методів можна зробити висновок, що ідеального методу сегментації не існує. Підбір методу сегментації для конкретної задачі, крім зовнішньої обробки зображень, базується ще на застосованні гістограми розподілу крапель за площею (рис.1).