

Рисунок 1 - Основні етапи задачі переміщення робота по траєкторії із використанням відеокамери

### Список використаних джерел

1. Бурдаков С.Ф. Системы управления движением колесных роботов / Бурдаков С.Ф., Мирошник И.В., Стельмаков Р.Э. – СПб.:Наука, 2001 .– 229с.

УДК 004.932.2

## ПОРІВНЯННЯ ОБЛАСТЕЙ ЗОБРАЖЕНЬ В МЕТРИЦІ ГРОМОВА-ХАУСДОРФА

Любарський І. М.<sup>1)</sup>, Нетецький В.А.<sup>2)</sup>

*Тернопільський національний економічний університет, магістранти*

### I. Постановка проблеми

Для кількісної оцінки якості сегментації сьогодні розроблена велика кількість критеріїв, які можна поділити на дві групи: несупервізорні критерії, що базуються на обчисленні різного роду статистик і використовуються при відсутності апріорної інформації про сегменти зображень; супервізорні критерії, що базуються на обчисленні міри відмінності результатів сегментації та істинної форми об'єктів зображень, при цьому форма об'єктів може задаватись експертами або вважається відомою [1]. Для кількісної оцінки якості сегментації за супервізорними критеріями використовуються метричні простори.

Метрика Хаусдорфа дозволяє знайти відстань (подібність) між двома областями. Модифікація даної метрики є метрика Громова-Хаусдорфа, що дозволяє знайти мінімальну відстань за допомогою ізометричних перетворень. Метрика Хаусдорфа та її модифікація Громова-Хаусдорфа широко використовуються для кількісної оцінки якості сегментації зображень.

### II. Мета роботи

Метою роботи є розробка алгоритму порівняння областей зображень в метриках Хаусдорфа та Громова-Хаусдорфа.

### III. Сегментація цитологічних зображень

Цитологічні зображення – це зображення окремих клітин, отримані за допомогою будь-якої біомедичної техніки. Особливості цитологічних зображень такі: слабкий контраст; стабільність кольорової палітри; границя між цитоплазмою і ядром слабо розрізняються; клітини можуть розташовуватись близько одна до одної, або зливатись.

Сегментація цитологічних зображень дає змогу виділити окремі складові клітини: ядра, цитоплазми та різних органелів. Найпоширенішими алгоритмами сегментації зображень є: порогова сегментація, нарощування областей, k-середніх і водоподіл.

#### IV. Аналіз алгоритмів оцінки якості сегментації

Для проведення порівняльного аналізу методів сегментації використовуються критерії, що базуються на обчисленні міри відмінності між результатом сегментації алгоритмом (алгоритмами), і сегментом, побудованим екпертом на основі візуального аналізу зображення [2].

Одним із найпоширеніших способів об'єктивної оцінки якості сегментації зображень є використання метрик. На практиці доволі часто застосовується порівняння областей зображень за допомогою метрики Хаусдорфа.

Відхиленням множини, що складається із однієї точки  $\{x_0\}$  від множини  $G$  називається:

$$p(x_0, G) = \min_{y' \in G} \|x_0 - y'\|,$$

де  $\|x_0 - y'\|$  евклідова відстань між точками  $x_0$  та  $y'$  у даній метриці.

Відхиленням множини  $G_1$  від множини  $G_2$  називається:

$$p(G_1, G_2) = \max_{x' \in G_1} p(x', G_2),$$

де  $p(x', G_2)$  - відхилення множини, що складається з однієї точки  $\{x_0\}$  від множини  $G_2$ .

Метрикою Хаусдорфа називається:

$$d(G_1, G_2) = \max\{p(G_1, G_2), p(G_2, G_1)\},$$

де  $d(G_1, G_2)$  – відстань від множини  $G_1$  до  $G_2$ ;  $p(G_1, G_2)$  - відхилення множини  $G_1$  від множини  $G_2$ .

Суть метрики Громова-Хаусдорфа полягає в тому, що для будь-яких метричних просторів  $X$  і  $Y$  існує метричний простір  $Z$ , в який і  $X$  і  $Y$  входять ізометрично. Таким чином ми можемо розглянути відстань між образами двох метричних просторів:

$$d_{GH}(X, Y) = \inf_{Z, f, g} d_H^Z(f(x), g(y)),$$

де  $f: X \rightarrow Z$ ;  $g: Y \rightarrow Z$  – є ізометричними функціями у метричному просторі  $Z$ .

Відстанню Громова-Хаусдорфа називається точна нижня границя відстаней Хаусдорфа для всіх можливих пар ізометричних вкладень цих просторів у всі можливі метричні простори [3].

#### V. Алгоритм порівняння областей зображень в метриках Хаусдорфа, Громова-Хаусдорфа

Для порівняння областей зображень у метриці Хаусдорфа, запропоновано такий алгоритм:

- 1) проводимо фільтрацію сегментованого зображення;
- 2) виконуємо пошук контурів сегментованих областей за допомогою детектора Кенні;
- 3) визначаємо вершини для кожного виділеного контура;
- 4) виконуємо ізометричні перетворення;
- 5) проводимо порівняння виділених областей за допомогою алгоритму запропонованого у [4]:
  - а) виконуємо декомпозицію двох порівнюваних множин, шляхом віднімання від їх об'єднання їх перетину;
  - б) в отриманих опуклих багатокутниках виділяємо Р-ланцюги та Q-ланцюги;
  - в) визначаємо відстань Хаусдорфа з вершин Р-ланцюга (відповідно Q-ланцюга) до вершин Q-ланцюга (відповідно Р-ланцюга), що знаходяться в тому ж багатокутнику, або в суміжному з ним;
  - г) визначаємо мінімальну відстань для кожної вершини і обираємо з них найбільше значення, що і буде відстанню між двома багатокутниками.
- 6) результатом обчислень є відстань між двома областями у метриці Громова-Хаусдорфа.

#### VI. Експериментальне дослідження

На рисунку 1 наведено приклади сегментації зображень екпертом (а) та автоматичними алгоритмами сегментації (б, в, г).

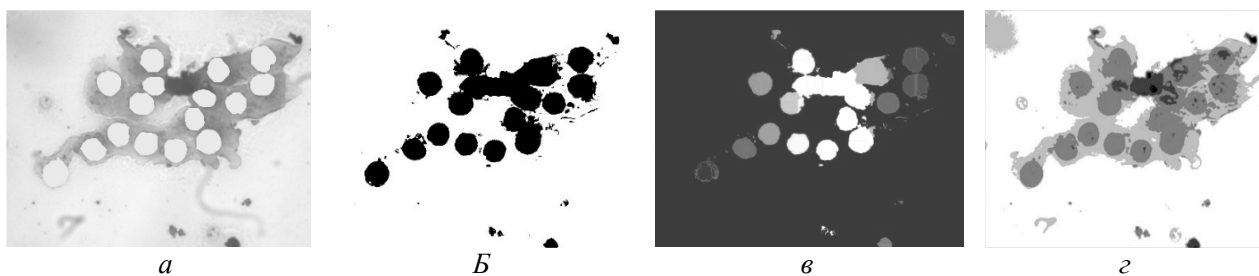


Рисунок 1 – Сегментовані зображення: експертом (а), пороговим алгоритмом (б), алгоритмом водоподілу (в) та алгоритмом k-середніх (г)

Таблиця 1

Похибки оцінки якості алгоритмів сегментації зображення

| Назва алгоритму | Відповідність до ручного виділення, % |
|-----------------|---------------------------------------|
| Пороговий       | 80                                    |
| Водоподіл       | 75                                    |
| К-середніх      | 78                                    |

### Висновок

Проаналізовано алгоритми сегментації зображень і проведено комп'ютерні експерименти сегментації цитологічних зображень на основі алгоритмів порогової сегментації, нарощування областей, k-середніх та водоподілу. Розроблено алгоритм порівняння областей зображень в метриці Хаусдорфа та Громова-Хаусдорфа.

### Список використаних джерел

1. Левашкина А.О. Исследование супервизорных критериев оценки качества сегментации изображений [Текст] / А.О. Левашкина, С.В. Поршнева // Известия Томского политехнического университета. 2008. Т. 313. № 5
2. Колдаев В.Д. Основы логического проектирования: учебное пособие [Текст] / В.Д. Колдаев. // М.: ИД «ФОРУМ» – ИНФРА-М, 2011. – 448 с.
3. Виро О. Я. Элементарная топология. / О. Я. Виро, О. А. Иванов, Н. Ю. Нецветаев, В. М. Харламов // М.: МЦНМО, 2012. - 358с.
4. M. J. Atallah . A linear time algorithm for the computation of some distance functions between convex polygons [Text] / M. J. Atallah, C. C. Ribeiro, S. Lifschitz // Revue française d'automatique, d'informatique et de recherche opérationnelle. Recherche opérationnelle, tome 25, no 4 (1991), p. 413-424.

УДК 681.3

## МОДИФІКОВАНИЙ АЛГОРИТМ РОЗПІЗНАВАННЯ СИМВОЛІВ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ КОНТУРІВ

Струбицька І.П.<sup>1)</sup>, Грузинський Л.І.<sup>2)</sup>

Тернопільський національний економічний університет

<sup>1)</sup> к.т.н., доцент; <sup>2)</sup> магістрант

### I. Постановка проблеми

Існує безліч систем, які активно використовують комп'ютерний зір. Контроль якості промислових виробів, медична діагностика, ідентифікація об'єктів на основі біометричних даних, системи глобальної сигналізації, всі ці речі побудовані навколо системи розпізнавання образів та ідентифікації об'єктів і їх положень. На цей час, не існує такої структури навколо якої можна було б побудувати систему та вирішити всі задачі, які постають перед цією технологією. Існує низка задач, проблематика яких визначається хибністю вимірювань чи обробки і саме такі завдання вирішуються з використання деяких базових методів, які є основною при побудові системи. На практиці такі системи повинні функціонувати