



УДК 004.932.72

МЕТОДИКА АНАЛІЗУ ЗОБРАЖЕНЬ ОДНОТИПНИХ ОБ'ЄКТІВ НА ОСНОВІ КЛАСИФІКАЦІЙНИХ ОЗНАК ГЕОМЕТРИЧНИХ ІНВАРІАНТІВ

Малкіна В. М., д.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

тел.: (0619) 42-68-62.

Анотація - запропонована методика розпізнавання структур однотипних за геометричною формою об'єктів на основі методів комп'ютерного зору для вирішення проблеми автоматизації аналізу даних. Переваги запропонованої методики складається у можливості виділення на зображенні однорідних об'єктів, оцінка їх кількості та взаємного розташування при наявності ефекту перетину зображень окремих об'єктів та наявності ділянок спільних границь.

Ключові слова: обробка зображень, аналіз зображень, геометричні інваріанти, методи класифікації, компактність.

Постанова проблеми. Дослідження зображень, які містять об'єкти однотипної геометричної форми можуть стати основою для проведення аналізу у певних предметних областях. Найчастіше, такі дослідження проводять шляхом візуального аналізу, який виконує, безпосередньо, сам дослідник, що може привести до складностей, які пов'язані з візуальним сприйняттям людини. Автоматизація процесу аналізу таких зображень може суттєво спростити задачу, використовуючи методи комп'ютерного аналізу зображень шляхом розробки спеціальних програмних продуктів. Методи комп'ютерного зору для виконання аналізу таких зображень частіше всього використовують в якості основної інформації показник яскравості кожного пікселя, що обмежує можливості дослідження у випадку, коли дослідне зображення низької якості. Визначення кількості об'єктів на зображенні (наприклад, еритроцитів на зображенні мазка крові або об'єктів на фото-зображенні вибірки), являє одним з етапів загального статистичного аналізу. Якщо об'єкти, кількість яких необхідно визначити, мають однотипну геометричну форму (наприклад, еритроцити крові мають форму наближену до форми круга, форма насіння соняшника наближена



до форми еліпса) і, практично, однаковий розмір, то для вирішення проблеми автоматизації визначення кількості таких об'єктів пропонується використовувати геометричні інваріантні характеристики, що дозволяє виділити зображення окремих об'єктів, оцінити їх кількість і взаємне розташування відносно друг друга.

Аналіз попередніх досліджень. На даний момент існують окремі розробки в сфері розпізнавання образів, які призначені для застосування об'єктів однотипної форми.

В роботах [2,3] запропоновано методику визначення кількості однотипних об'єктів на зображенні при наявності об'єктів з сукупною границею на прикладі аналізу зображень вибірки насіння соняшнику. В роботі [1] викладено підхід аналізу фотозображення мазка крові, суть яких складається у використанні спеціальних синтезованих алгоритмів. В роботах [4] пропонується метод аналізу і ідентифікації окремих об'єктів на зображенні, який базується на використанні геометричних характеристик виділених об'єктів.

Проблема виділення об'єктів однотипної форми виникає, також, наприклад, при розв'язанні задачі аналізу мазка крові на основі цифрового зображення. З того, що клітини крові (еритроцити, тромбоцити, лейкоцити) мають однотипну форму, впливає, що задачу можна звести до визначення кількості та взаємного розташування об'єктів однотипної геометричної форми та розпізнавання таких об'єктів у випадку ефекту їх «скупчення», тобто перетину їх границь.

Формулювання цілей статті. Метою статті є розробка методики та спеціального програмного забезпечення для визначення кількості об'єктів на зображенні, які мають однотипну геометричну форму, та їх взаємного розташування на прикладі фотозображення мазка крові. Задача аналізу ускладнює той факт, що окремі зображення можуть взаємно перетинатися або мати ділянки спільних границь (ефект «скупчення»)..

Основна частина. Пропонується методика автоматичного виділення на зображенні окремих об'єктів, визначення їх кількості та кількості груп «скупчених» об'єктів, яка базується на спеціально розроблених алгоритмах класифікації об'єктів на зображенні, де в якості класифікаційних ознак виступають геометричні показники - площа, периметр, компактність.

Запропонована методика аналізу зображень складається з наступних етапів: попередня обробка фотозображення; виділення границь об'єктів; класифікація виділених об'єктів для визначення окремих об'єктів та «скупчених об'єктів» (об'єктів, які перетинаються або мають частково спільну границю).

З метою покращення якості розпізнавання об'єктів необхідно провести попередню обробку зображення. Як показав аналіз, най-



більш ефективно застосування операції згладжування, при якому яскравість кожного пікселя на виході являється середнім арифметичним яскравостей пікселів в області 3×3 . Наступний етап передобробки зображення – бінарізація, тобто порогове перетворення, що дозволяє отримати двійкове зображення з добре диференційованими границями об'єктів.

Після передобробки зображення виконується етап виділення об'єктів методом знаходження їх контурів. Контури зображення дозволяють оцінити геометричні характеристики об'єктів та являються ефективними критеріями при класифікації. Для виділення контурів об'єктів пропонується використовувати один з найбільш точних способів - детектор границь Кенні з застосуванням оператора Собеля.

Наступний етап – класифікація всіх об'єктів зображення, виділення класу «окремих об'єкт» та класу «скупчених об'єктів» і визначення їх кількості на зображенні.

Одним з важливих моментів для розв'язання задачі класифікації є вдалий вибір класифікаційних ознак. З того, що досліджувані об'єкти мають однотипну форму (наприклад еритроцити мають форму, наближену до форми круга) і, практично, однакову площу, пропонується у якості класифікаційних ознак використовувати геометричні інваріантні характеристики – площа, периметр та компактність. Тут, під периметром об'єкту мається кількість пікселів, які належать виділеному контуру, а під площею об'єкту - кількість пікселів, розташованих всередині області, яка обмежена цим контуром. Компактність

об'єкту визначається за формулою $C = \frac{P^2}{S}$, (S - площа об'єкту, P - периметр об'єкту).

Для виділення класу «скупчених об'єктів» пропонується спеціальний алгоритм автоматичного визначення порогової ознаки.

Алгоритм визначення порогового значення при класифікації:

- розрахунок k_i за формулою

$$k_i = \sqrt{S_i^2 + C_i^2}, \quad i = \overline{1, n}$$

та ранжування об'єктів за ознакою k_i ,

- визначення \bar{k}_j за формулою

$$\bar{k}_j = \frac{\sum_{i=1}^j k_i}{j}, \quad j = \overline{1, n};$$

- якщо $\frac{\bar{k}_j}{k_{j-1}} < Q$, то k_j відповідає відокремленому об'єкту,

переходимо до пункту 3. В іншому випадку, об'єкт k_{j-1} – останній відокремлений об'єкт в ранжированому ряді, починаючи з якого компоненти відповідають «скупченим» групам. Порогове значення дорівнює k_j .

Запропонована методика представлена у вигляді спеціально розробленого програмного модуля, який реалізовано в середовищі Microsoft Visual Studio на базі С# з застосуванням набору бібліотек OpenCV Sharp. У якості тестового фотозображення для демонстрації роботи запропонованої методики використовується фото мазка крові (рис. 1). Після проведення попередньої обробки зображення відповідно до етапів запропонованого алгоритму, отримуємо зображення (рис. 2).

Після виділення контурів об'єктів та визначення їх геометричних характеристик площі і компактності отримуємо дані, які наведені на рис. 3.

Для оцінки похибки запропонованої методики було досліджено 50 фотозображень мазка крові. Аналіз показав, що середня похибка оцінки кількості об'єктів на зображенні не перевищує 4,27%. Похибка оцінки залежить від наступних причин – якість вихідного зображення, кількість «скупчених» клітин відносно кількості окремих клітин. Чим більше «скупчених» клітин, тим більша похибка результату в зв'язку з тим, що кількість клітин в «скупчених групах» визначається як усереднене значення. У випадку відсутності окремих клітин на зображенні запропонована методика мало ефективна.

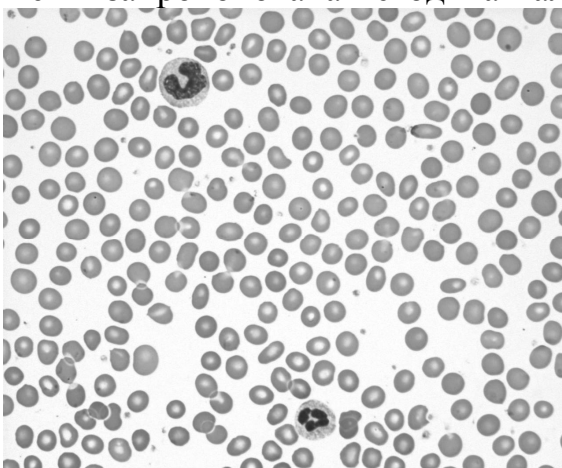


Рис. 1. Фотозображення мазка крові

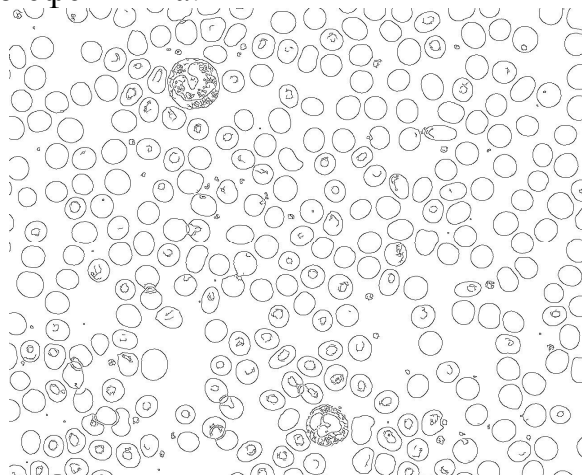


Рис. 2. Оброблене зображення

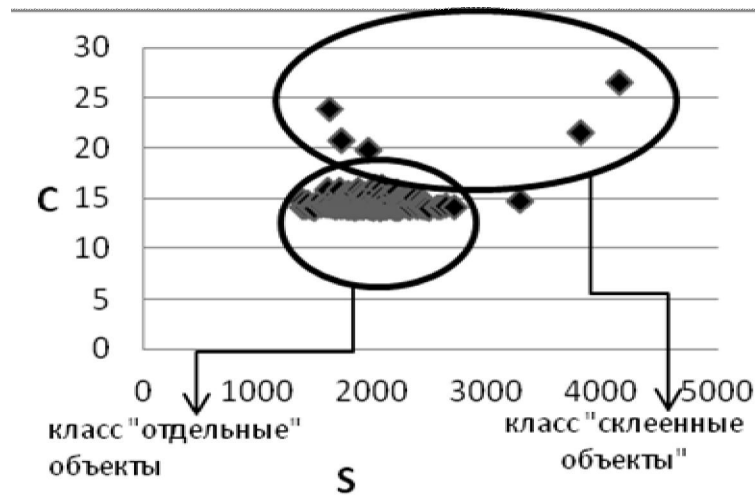


Рис. 3. Показники площі та компактності

Висновки. Методика аналізу фотозображення с метою виділення об'єктів однотипної геометричної форми і їх взаємного розташування на прикладі аналізу зображення мазка крові, яка основана на аналізі геометричних інваріантних характеристик окремих об'єктів (площа, периметр, компактність) і класифікації об'єктів за ознакою цих характеристик, дозволяє автоматизувати процес ідентифікації та визначення кількості як окремих об'єктів на зображенні так і груп «скупчених об'єктів».

Література

1. Ковригин А.В. Многоуровневый алгоритм автоматической классификации изображений в условиях отсутствия четких границ между объектами / А.В. Ковригин // Вестник КрасГАУ. - Выпуск №12. Красноярск, -2006. с.407-411.

2. Малкіна В.М. Методика визначення показників вибірових даних сільськогосподарських культур на основі аналізу їх зображень / В.М Малкіна., Н.В. Білоус // Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телекомунікацій та інформаційних технологій». Запоріжжя: ЗНТУ – 2014. – с. 199-200.

3. Малкіна В.М. Методика аналізу зображень вибірки соняшнику на основі класифікації за ознаками геометричних інваріантів / В.М Малкіна., Н.В. Білоус. // Наукове періодичне видання «Системи обробки інформації». Харків, 2015. –с.118-120.

4. Ильясова Н.Ю. Методы и алгоритмы оценивания геометрических параметров диагностических изображений: Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Самара, 1997. – 155 с.



МЕТОДИКА АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ ОДНОТИПНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ ПРИЗНАКОВ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ИНВАРИАНТОВ

В.М. Малкина

Аннотация – предложена методика распознавания структур однотипных по геометрической форме объектов на основе методов компьютерного зрения для решения проблемы автоматизации анализа данных. Преимуществом предложенной методики является возможность выделения на изображении однородных объектов, оценка их количества и взаимного расположения при наличии эффекта пересечения изображений отдельных объектов и наличия участков общих границ.

THE TECHNIQUE OF ANALYSIS OF IMAGES OF THE SAME TYPE OBJECTS BASED ON THE CLASSIFICATIONS USING OF GEOMETRIC INVARIANTS

V. Malkina

Summary

The technique of recognizing the structure of similar tour of geometric objects forming, based on computer vision methods to solve the automation of data analysis. The advantage of the proposed technique is the ability to highlight the image of the homogeneous-governmental facilities, evaluation of their number and arrangement of the presence of the effect of the intersection of images of individual objects and the presence of areas of common borders.