

## ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 004.932 + 004.931

### ВИСОКОШВИКІСНИЙ МЕТОД ДЛЯ ВІДСТЕЖЕННЯ МІТОК У СКАНОВАНИХ ДОКУМЕНТАХ

*Ремінний О.А.*

**Анотація:** В даній роботі вперше запропоновано методику пошуку міток в сканованих документах за допомогою методу кругових бінарних обчислень. Підхід тестується на базі міток, що виділяються на вхідному зображенні за рахунок кіл, що розміщені в чотирьох кутах мітки. Наведено результати обробки вхідних зображень з точки зору швидкодії та ймовірності коректної обробки вхідного зображення.

**Анотация:** В данной работе впервые предложена методика поиска меток в отсканированных документах с помощью метода круговых бинарных вычислений. Подход тестируется на базе меток, выделяемых на входном изображении за счет кругов, которые размещены в четырех углах метки. Приведены результаты обработки входящих изображений с точки зрения быстродействия и вероятности корректной обработки входного изображения.

**Abstract:** In this paper the technique of the labels search in scanned documents using the circular binary calculations is proposed. The approach is tested on the basis of labels that are allocated on the input image with circles, which are placed in four corners of the label. The results of the input images processing are described from the standpoint of performance and the input image correct processing probability.

**Ключові слова:** сканування, відстеження міток, класифікація зображень.

#### Вступ

Сучасний стрімкий розвиток цифрових технологій призводить до того, що велика кількість паперових документів (книг, зображень, тощо), потребують приведення до цифрового формату. Найбільш розповсюджений варіант обробки таких документів є сканування з подальшим розпізнаванням, класифікацією і т.п.

На практиці зустрічаються задачі, пов'язані з накладенням певих міток на вхідні зображення документів. Такі задачі пов'язані з великими кількостями документів, які в подальшому потрібно буде автоматично класифікувати.

Обробка зображень завжди пов'язана зі значними апаратними затратами. В задачі класифікації зображень ці апаратні затрати можна поділити на два типи: затрати, пов'язані з виділенням об'єкту на фоні та затрати на класифікацію виділеного об'єкту.

В роботі розглядаються задачі класифікації об'єктів за їх формою. Прикладом може бути класифікація об'єктів на морській поверхні, знятих спектральною камерою з повітря, класифікація об'єктів, що рухаються по вулиці. До існуючих методів можна віднести метод медіанних осей[1], розпізнавання на основі порівняння виділених характеристик[2-5], наприклад кутових характеристик[2].

В [6],[7] запропоновано метод класифікації зображень на основі аналізу форми шуканих об'єктів. Основною перевагою над представленими методами є швидкість обробки вхідного зображення, коли для виділення інформації про все зображення достатньо зробити лише один прохід через всі пікселі. Крім того, мінімальною є і кількість даних, яка буде порівнюватись з еталонами, що також призводить до виграшу в швидкодії.

В статті розглянута задача відстеження міток на вхідному зображенні за допомогою методу кругових бінарних обчислень. Така задача може поставати при обробці великої кількості відсканованих документів, що є досить актуальним в наш час інформатизації документообігу. Представлений метод для розпізнавання об'єктів на основі геометричної відповідності розподілів точок, що належать об'єкту в геометричних фігурах, які окреслюють об'єкт. Метод працює через розбивання області знаходження об'єкта на частини, та обробку статистичної інформації, яку містять ці частини.

Метою роботи є використання методу кругових бінарних обчислень для підвищення швидкості знаходження міток на вхідному зображенні сканованого документу.

Для обробки вхідного зображення спочатку виділяються класифікатори для зафарбованих та незафарбованих елементів міток. Надалі відбувається обробка: сегментація, класифікація, перевірка класифікованих елементів на відповідність вхідній мітці.

#### Математична модель методу

В системах реального часу швидкість обчислень для ідентифікації об'єкту є критичною величиною. До проблем які є вторинними розпізнавання можна віднести віддаленість та кут повороту об'єктів. Тому виникає потреба у простих, однак достатньо потужних методах класифікації.

Коли класифікація стосується об'єктів, які належать до певного скінченного алфавіту, доцільно використовувати методи, що забезпечують максимальну швидкодію через аналіз тільки деяких характеристик об'єкту. В [6] запропоновано метод класифікації зображень на основі аналізу форми шуканих об'єктів, який демонструє значну швидкодію при обробці вхідних зображень.

В[6] наведено варіант збору інформації про форму об'єкту за допомогою методу бінарних кругових обчислень. Наведемо коротку суть даного методу.

Спочатку знаходиться центр мас чорно-білого зображення предмету за формулою (1) – він і буде центром кола.

$$\begin{cases} X = \frac{x_1 \cdot m_1 + x_2 \cdot m_2 + \dots + x_n \cdot m_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n} \\ Y = \frac{y_1 \cdot m_1 + y_2 \cdot m_2 + \dots + y_n \cdot m_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n} \end{cases} \quad (1)$$

де  $x_i, y_i$  – координати точки з масою  $m_i$ .

Оскільки вхідний файл ми вважаємо бінарним, кожна точка може приймати лише забарвлений ( $m_i = 1$ ) або незабарвлений ( $m_i = 0$ ) стан.

Для знаходження радіусу кола, в які буде вписано об'єкт, запропоновано наступний метод. Від центру мас в  $k$  напрямках будуються вектори. Потім обирається  $m$  підмножина векторів з найдовшою довжиною проходження через об'єкт (через точки, які є забарвленими). Значення довжини радіусів знаходиться як:

$$R = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m r_i, r_i \in (O(n))_m \quad (2)$$

Для знаходження радіусу кожного додаткового кола всередині зовнішнього використовується формулу()

$$R_i = R_{i-1} \cdot \cos(45^\circ) \quad (3)$$

де  $R_i$  – радіус шуканого внутрішнього кола;  
 $R_{i-1}$  – радіус попередньо обчисленого кола;

Об'єкт кола представимо у вигляді залежності від пікселів, що йому належать:

$$C(P) = \frac{\sum P_{i,j}}{\sum P_{i,j} |_{p=1}}, \quad (4)$$

де  $p_{i,j}$  – піксель, що належить колу,  
 $p=I$  – забарвлений піксель.

В залежності від кількості класів об'єктів та їх складності вводиться будь-яка кількість внутрішніх кіл як характеристик –  $C(P_1), C(P_2), C(P_3) \dots$ . Даний варіант значно швидший за інші методи виділення місцевих особливостей об'єкту [6-7].

Результати аналізу конкретного  $C(P_i)$  об'єкту порівнюватимуться з еталонними  $C(P_i)$  значеннями для кожного з класів, в результаті чого знаходиться найбільш відповідні класи.

### Практична реалізація методу для виділення міток на сканованих документах

Для конкретності можна розглянути зображення, наведене на рис. 1. Поверх тексту накладено мітку, основними характеристиками якої є зафарбовані та прозорі круги у кутах мітки. Зображення містить у собі велику кількість геометричних примітивів, які представляють собою літери англійського алфавіту. Також там можуть бути розміщені зображення і т.п.

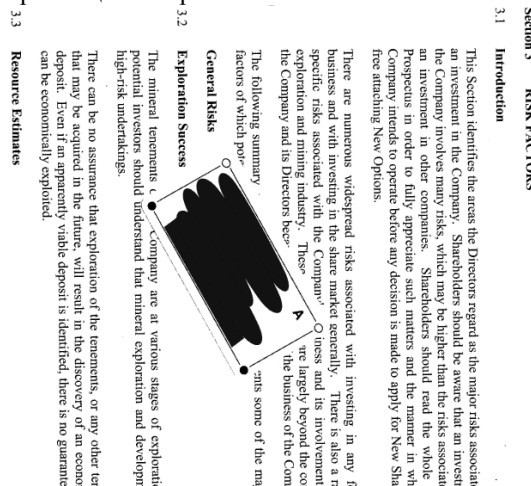


Рисунок 1 – Зображення відсканованої сторінки тексту з накладеною на текст міткою

Щодо проміжних кроків можна віднести виділення тих об'єктів, які належать зображенню завдяки а) фільтруванню за розміром; б) завдяки використанню того факту, що мітка формується завдяки сполученню чотирьох символів визначеного алфавіту і в загальному випадку утворює прямокутник.

Початковий аналіз показує, що загалом мітка виділяється з загального алфавіту лише завдяки утворенню прямокутника з вхідних елементів.

За умовою, нам не можна прив'язуватись до елементів сканованої сторінки, т.я. на ній можуть бути тексти різного розміру та рисунки. Мітка також може бути різного розміру, єдине, що залишається в мітці сталим – це символи та їх розмір в кутках мітки.

В нашому випадку маємо два типи символів в кутках – зафарбоване та незафарбоване коло. Для того щоб виділити ці кола пропонується провести сегментацію з фільтрацією об'єктів по розміру.

Потім з множини об'єктів, які залишилися, потрібно обрати ті, які відповідають по формі нашим цільовим об'єктам. Їх буде описувати наступний алфавіт (його можна обмежити лише тими зображеннями, які можуть належати міткам ( $C_1$  для зафарбованих зображень та  $C_2$  для незафарбованих)):

$$\begin{cases} C_1(P) \geq 0.9, \\ C_2(P) \leq 0.1. \end{cases} \quad (5)$$

Останнім кроком є вибір тих об'єктів, які утворюють прямокутник. Для цього достатньо скористатись простими математичними перетвореннями, які визначають паралельність прямих, утворених лініями.

З точки зору пошуку цільових об'єктів за формою, нас найбільше цікавить 2 та 1 етапи. Алгоритм сегментації був обраний з бібліотеки AForge [8] – BlobCounter. Він дозволяє виділити на вхідному зображенні всі області в заданому інтервалі розмірів. Подальша обробка – збір статистичних даних у виділених елементах по формулі (4) і порівняння їх з величинами, приведеними в (5).

На персональному комп'ютері з CPU 2GHz операція сегментації вхідного зображення розміром 3904x5656 відбувається в середньому за 5 секунд (найдовша операція). Подальше коректне визначення кіл, які належать міткам, займає приблизно 100 мілісекунд.

#### Висновки

В даній статті вперше запропоновано метод вирішення задачі пошуку цільових об'єктів на зображеннях за допомогою методу класифікації об'єктів за кореляційними ознаками відповідності розподілів зафарбованих точок, що належать об'єкту всередині геометричних фігур, які окреслюють об'єкт. Як геометрична фігура для вирішення конкретної задачі було обрано коло, т.я. воно максимально співпадає з формою цільових об'єктів пошуку. Оскільки у роботі використовувалась прив'язка до такої величини як розмір цільового об'єкту, довелося знехтувати однією з важливих властивостей цільового методу – інваріантності до розміру об'єкту.

Під час проведення експерименту було досягнуто високої швидкодії (визначення кіл, які належать міткам, займає приблизно 100 мілісекунд) та високої імовірності коректної ідентифікації кутових об'єктів міток (мітки коректно розпізнавались на 17 зразках із 20 – ймовірність коректного розпізнавання 85%). В подальшому планується продовжити роботу з наведеним методом для вдосконалення його стійкості по відношенню до присутності шуму на зображенні та підвищенню точності.

#### Список літератури

1. S. C. Zhu. Stochastic Jump-Diffusion process for computing Medial Axes in Markov Random Fields/ S. C. Zhu // IEEE Trans. on PAMI. - Vol. 21, No.11. – 1999. – P. 1158-1169.
2. Mikolajczyk K. Shape recognition with edge-based features/ Mikolajczyk K., A. Zisserman, C. Schmid// Proceedings of the British Machine Vision Conference. – 2003.
3. Agarwal S. Learning a sparse representation for object detection/S. Agarwal, D. Roth// In Proc. ECCV. - Vol.4. - 2002. - P.113–130.
4. Amores J. Fast spatial pattern discovery integrating boosting with constellations of contextual descriptors/J. Amores, N. Sebe, and P. Radeva// In Proc. CVPR. - Vol.2.- 2005. - P.769–774.
5. Bouchard G. Hierarchical part-based visual object categorization/ G. Bouchard B. Triggs// In Proc. CVPR. - 2005. - P.710–715.
6. Kvetny R.N. Binary circular calculations method for the objects classification using their form/ Kvetny R.N., Reminnyi O.A.// Aplikovane vedecke novinki. – 2009. – P 54 - 60.
7. Кветний Р.Н. Високошвидкісний метод класифікації зображень/ Р. Н. Кветний Р.Н., Ремінний О. А. // "Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології". – 2009. – С 5 - 10.
8. Kirilow A. AForge.NET open source framework [Електронний ресурс] / Kirilow A. – Режим доступу: <http://www.codeproject.com/KB/recipes/aforge.aspx>.

#### Відомості про авторів

Ремінний Олександр Андрійович - аспірант кафедри АІВТ, Вінницький національний технічний університет, E-Mail: Alexander.Reminniy@gmail.com