

1. Мазур И.И. Управление проектами: Учебное пособие [текст] / И.И. Мазур, В.Д. Шапиро, Н.Г. Ольдерогге. – 2-е изд.– М.: Омега-Л, 2004.– 664 с.
2. Окончательный перечень исходных событий, в результате которых возникают «жесткие» условия окружения [текст]. – 43-388.203.004.Т000.
3. Программа работ по квалификации оборудования АЭС Украины [текст]. – 02.09.841.03.00.
4. Ровенская АЭС. Энергоблок № 4. Разработка окончательного перечня исходных событий, в результате которых возникают «жесткие» условия окружения. Технический отчет [текст]. – 38-548.203.004.ОТ00.
5. Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство РМВОК®) Третье издание [текст]. – Project Management Institute, Four Campus Boulevard, Newtown Square, PA 19073-3299 USA / США. – 2004. – 388 с.
6. Стандарт предприятия. Квалификация оборудования и технических устройств АЭС. Общие требования [текст]. – СТП 0.08.050-2004.
7. Управление рисками [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ufadengi.ru/ru/economics/115-uprisk.html>. – 18.05.2012.
8. Ястребенецкий М.А. Безопасность атомных станций: Информационные и управляющие системы [текст] / М.А. Ястребенецкий, В.Н. Васильченко, С.В. Виноградская и др.; Под ред. М.А. Ястребенецкого.–К.: Техніка, 2004.–472 с.

*Поступила 4.03.2013р.*

УДК 004.9

І.О.Кульчицька<sup>1</sup>, О.В.Тимченко<sup>1 2</sup>

## **АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОПТИЧНОГО РОЗПІЗНАВАННЯ ТЕКСТУ**

### **Анотація**

Проведено огляд та аналіз електронних джерел, розглянуто існуючі методи розпізнавання текстів, виділено переваги та недоліки кожного методу.

### **Annotation**

A review and analysis of electronic sources is conducted, the existent methods of recognition of texts are considered, advantages and lacks of every method are selected.

### **Вступ**

Проблема ефективного розпізнавання тексту посідає важливе місце в сферах автоматизації різних процесів людської діяльності. Незважаючи на те, що в даний час більшість документів складається на комп'ютерах, завдання створення повністю електронного документообігу ще далека до повної

---

<sup>1</sup> Українська академія друкарства

<sup>2</sup> Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

реалізації.

Найбільш простим і швидким є сканування документів за допомогою сканерів. Результатом роботи в цьому випадку буде цифрове зображення документа - графічний файл. Текстове представлення інформації дозволяє істотно скоротити витрати на зберігання та передачу інформації, а також дозволяє реалізувати всі можливі сценарії використання та аналізу електронних документів. Тому найбільший інтерес з практичної точки зору представляє саме переклад паперових носіїв в текстовий електронний документ [5].

Таким чином, оптичне розпізнавання тексту (англ. optical character recognition, OCR) — це механічне або електронне переведення зображень рукописного, машинописного або друкованого тексту в послідовність кодів, що використовуються для представлення в текстовому редакторі [9], є актуальним і має велике практичне значення.

### **Аналіз методів розпізнавання**

Найбільш важливим критерієм ефективності системи розпізнавання тексту є достовірність результатів розпізнавання, значення якої в ідеалі повинне прагнути до 100%. Проте на практиці зазвичай існують обмеження, які не дозволяють збільшувати обсяг вимірювальної інформації без втрати продуктивності системи розпізнавання.

На даний момент виділяють три основних підходи для вирішення задачі розпізнавання тексту: шаблонний, структурний та методи виділення ознак (ознакові методи) [4]. Кожен з методів орієнтований на свої умови застосування, для яких він є ефективним. Кожен метод має свої недоліки. Найбільш суттєві з них – висока чутливість до афінних і проєктивних спотворень.

При шаблонному методі проводиться порівняння розпізнаваного зображення з усіма наявними в базі системи шаблонами, за допомогою критерію порівняння визначається, який з шаблонів вибрати з бази.

**Шаблонні методи** розпізнавання можна поділити на дві категорії, залежно від типу вхідних шаблонів: фотометричні та геометричні шаблони [1]. Фотометричні методи діють безпосередньо на зображення, які розглядаються як масиви значень інтенсивності або дійсних функцій. Геометричні методи працюють з геометричними даними, такими як точкові множини або прямокутники. Ці геометричні дані можуть бути отримані безпосередньо з векторного представлення об'єкта або можуть бути отримані із зображень за допомогою методів виділення ознак.

Найпростіший критерій порівняння розпізнаваного зображення полягає у тому, що зображення відноситься до того класу символів з шаблоном, якого буде найменша кількість відмінних пікселів.

До переваг шаблонних методів можна віднести високу точність розпізнавання дефектних символів, метод є достатньо простим і швидким

розпізнавання є високою. Недолік методу – неможливість розпізнати шрифт, який хоч трохи відрізняється від закладеного в систему, невисока точність розпізнавання. Для забезпечення прийнятної точності шаблонного класифікатора потрібна попередня обробка зображення: нормалізація розміру, нахилу і товщини штриха [10].

Для прикладу, розглянемо методологію розпізнавання шаблонного методу, який був розроблений ще в другій половині XX ст. і застосовувався при створенні читаючого пристрою «РУТА 701». Мірою подібності в даному методі вибрано коефіцієнт подібності зображення символу з узагальненим образом S-го класу, який виражається наступною формулою:

$$R_s = \sum_{j=1}^n \left( \ln \frac{P_{js}}{1 - P_{js}} \right) x_j + \sum_{j=1}^n \ln(1 - P_{js}),$$

де  $P_{js}$  – ймовірність появи чорного кольору в  $j$ -му елементі еталонного зображення S-го класу символів,  $x_j$  – значення інтенсивності, що відповідає  $j$ -му елементу символу, який необхідно розпізнати. Зображення символу ототожнюється з еталонним класом, в якому коефіцієнт подібності  $R$  буде максимальним серед усіх  $R_s$ .

**Структурні методи** полягають у представленні об'єкта розпізнавання як графа, вузлами якого є елементи вхідного об'єкта, а дугами - просторові зв'язки між ними. Методи, що реалізують подібний підхід, зазвичай працюють з векторними зображеннями. Структурними елементами є складові лінії символу.

Існує достатньо велика кількість методів, побудованих на структурному підході. Розглянемо декілька з них.

**Алгоритм подієвого розпізнавання** [6]. Подієвий метод посиляється на топологічну структуру об'єкта, що складається з ліній і не змінюється при малих деформаціях образу. Лінією називається частина образу, в кожному перетині якого є всього один інтервал. Лінії, потовщені на деякій сітці, визначають події. Подієве представлення є не тільки формальним набором ознак, але і адекватним топологічним описом. Навчання методу зводиться до складання списку еталонів на досить великій послідовності образів. При розпізнаванні для вихідного растру визначається подієве подання, якому зіставляється еталонний клас. Перевагами методу є здатність до відмов і найвища швидкодія. Необхідно відзначити стійкість навчання, яка полягає в поліпшенні повноти колекції при поповненні еталонних наборів. Недоліками методу розпізнавання є неможливість отримання результатів розпізнавання з оцінками згенерованих гіпотез, сильна нестійкість до ряду деформацій, властивих сканованому тексту, відсутність оцінок, неможливість розпізнавання образів, які складені з кількох компонент зв'язності, і сильне огрубіння подання, частини втрачають особливі точки, кривизну образу.

**Метод Щепіна** [7]. Для кожного зовнішнього і внутрішнього контуру зображення знаходяться вихідні верхні ліві точки. Для чергової точки контуру розглядається конфігурація восьми її сусідів. Точка видаляється, якщо вона не є кінцевою, і якщо після її видалення її сусіди як і раніше будуть утворювати зв'язну множину. Після аналізу точки і її сусідів і можливого видалення точки здійснюється перехід до наступної точки контуру таким чином, щоб залишитися на границі зображення. Далі крок за кроком віддаляється один шар точок. Шари видаляються до тих пір, поки не залишаться тільки точки, які не видаляються.

**Хвильовий метод** [6]. Метод полягає в аналізі шляху проходження сферичної хвилі по зображенні (рис.1). На кожному кроці аналізується зміщення центру мас точок, що утворюють нову генерацію хвилі, щодо його попередніх положень.

Метод складається з наступних кроків:

- Побудова скелета зображення за допомогою сферичної хвилі;
- Оптимізація отриманого скелета.

Відстеження ліній зображення проводиться шляхом відстеження переміщення центру відрізка, утвореного крайніми точками генерації хвилі. Після відстеження можливе згладжування відрізків.

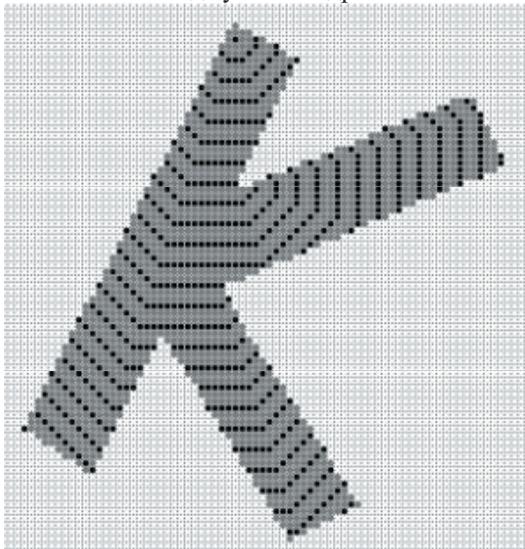


Рис.1. Ілюстрація хвильового методу

Основною перевагою методу є незалежність процесу розпізнавання від розміру, шрифту даного символу. Проблема цього методу полягає в ідентифікації дефектних символів (наприклад тих, що мають розрив чи з'єднання двох сусідніх ліній).

Принцип дії *ознакового класифікатора* базується на тому, що зображенню ставиться у відповідність  $N$ -мірний вектор ознак. Розпізнавання полягає в порівнянні вектора ознак з набором еталонних векторів тієї ж розмірності [8].

Існує цілий ряд математичних розв'язків задачі розпізнавання на підставі аналізу обчислених ознак в рамках детермінованого та імовірнісного підходів [3]. У системах розпізнавання символів найчастіше використовується класифікація, заснована на підрахунку евклідової відстані між вектором ознак розпізнаваного символу і векторами ознак еталону. Тип і кількість ознак визначають якість розпізнавання. Формування вектора ознак проводиться під час аналізу попередньо підготовленого зображення. Даний процес називають витяганням ознак. Еталон для кожного класу отримують шляхом аналогічної обробки символів навчальної вибірки.

Основні переваги методів виділення ознак - простота реалізації, хороша узагальнююча здатність, хороша стійкість до змін форми символів, низьке число відмов від розпізнавання, висока швидкодія. Недоліки - нестійкість до різних дефектів зображення, на етапі вилучення ознак відбувається незворотна втрата частини інформації про символ. Витяг ознак ведеться незалежно, тому інформація про взаємне розташування елементів символу втрачається.

Розглянемо, для прикладу, *алгоритм, запропонований Є.С.Абрамовим* [2]. В якості ознак зображення використано послідовності  $m_k$ , які будуються за описаною нижче схемою.

Розглядаємо об'єкт  $O$  на зображенні  $A$ . Побудуємо  $N$  радіус векторів  $r_k$  з початком у центрі зображення  $C$  і кінцем на межі зображення, віддалених один від одного на кутове зміщення  $2\pi / N$ . Уздовж кожного вектора існують точки зображення, які належать об'єкту  $O$ , і точки, що не належать цьому об'єкту. Ці точки формують відрізки  $B_{kl}$ ,  $1 \leq l \leq N_k$ , які являють собою «шматки» об'єкта  $O$  вздовж вектора. Для кожного з цих відрізків ми можемо визначити довжину  $L_{kl}$  і його відстань від центру зображення  $d_{kl}$ . Величину  $m_r = \sum_{l=1}^{N_k} d_{kl} L_{kl}$  будемо називати моментом зображення уздовж вектора  $r_k$ . Пронормувавши  $m_k = \frac{m_k}{\sum_k m_k}$ , можна забезпечити інваріантність моменту зображення до масштабування. Це дозволяє забезпечити розпізнавання об'єктів на зображеннях незалежно від їх масштабу.

### **Висновки**

З усіх вищенаведених прикладів і узагальнень видно, що кожен з описаних методів не є універсальним, містить певні обмеження і недоліки. Кожен метод сам по собі має спеціалізовану область застосування: шаблонні методи ефективніше використовувати для розпізнавання друкованих шрифтів,

структурні - рукописних при оффлайн-розпізнаванні, ознакові - рукописних при онлайн-розпізнаванні.

У сучасних системах розпізнавання зазвичай використовуються всі три типи класифікаторів, але основним є структурний. Два інших служать для прискорення та підвищення якості розпізнавання. Комбінація різних методів розпізнавання призводить до найкращих результатів.

Проте, актуальною залишається проблема розпізнавання зображень невисокої якості, які містять певні спотворення (дефокусовані, змазані чи зашумлені зображення, зображення, що містять геометричні спотворення різного роду). Жодна з систем розпізнавання не справляється з цією проблемою на достатньому рівні.

1. *Suruchi G.* Survey of Methods for Character Recognition / G. Dedgaonkar Suruchi, Anjali A. Chandavale, Ashok M. Sapkal // International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT). – 2012. - №5: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://ijeit.com/vol%201/Issue%205/IJEIT1412201205\\_36.pdf](http://ijeit.com/vol%201/Issue%205/IJEIT1412201205_36.pdf)
2. *Абрамов Е. С.* Моделирование систем распознавания изображений (На примере печатных текстов) : Дис. ... канд. техн. наук : 05.13.01 СПб., 2006 – 140 с.
3. *Афонасенко А.В.* Распознавание структурированных символов на основании методов морфологического анализа / Анна Владимировна Афонасенко // Известия Томского политехнического университета. – 2007. - №5: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://cyberleninka.ru/article/n/raspoznavanie-strukturirovannyh-simvolov-na-osnovanii-metodov-morfologicheskogo-analiza>
4. *Демин А. А.* Обзор интеллектуальных систем для оценки каллиграфии / А.А. Демин // Инженерный вестник. – 2012. - №3: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://engbul.bmstu.ru/doc/478895.html>
5. *Грицай А.* Методы распознавания текстов: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://habrahabr.ru/post/112442/>
6. *Киселёв Н.Е.* Исследование алгоритмов распознавания регистрационных номеров автомобилей: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://knowledge.allbest.ru/programming/d-3c0a65625b3ad78a5d43a88521206d37.html>
7. *Котович Н. В.* Распознавание скелетных образов / Н.В.Котович, О.А.Славин: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ocrai.narod.ru/skeletrecognize.html>
8. Методи розпізнавання тексту: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://uk.wikipedia.org/wiki/Методи\\_розпізнавання\\_тексту](http://uk.wikipedia.org/wiki/Методи_розпізнавання_тексту)
9. Оптичне розпізнавання символів: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://uk.wikipedia.org/wiki/Оптичне\\_розпізнавання\\_символів](http://uk.wikipedia.org/wiki/Оптичне_розпізнавання_символів)
10. *Филитович А.Ю.* Распознавание текста: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://itclaim.ru/Education/Course/Lingvistika/Lecture/Lecture11.pdf>

*Поступила 14.03.2013р.*