

АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО ВИКОРИСТАННЯ СТРУКТУРНИХ КЛАСИФІКАТОРІВ ДЛЯ РУКОПИСНОГО ТЕКСТУ

Савчук Тамара Олександрівна¹, Пупко Олександр Валерійович²

¹Вінницький національний технічний університет

²Вінницький національний технічний університет

Анотація

В даній роботі проаналізовано підходи до розпізнавання рукописного тексту, розглянуто недоліки та переваги кожного з них та визначено найбільш оптимальний з точки зору швидкодії та ефективності.

Abstract

In this paper the approaches to handwriting recognitions are analyzed, considered the disadvantages and advantages of each of them and identified the most optimal in terms of speed and efficiency.

З розвитком сучасних технологій людство менше використовує папір для письма зокрема, щоб відправити листа, замість використання звичайної пошти можна використати електронну або ж листуватись в соціальних мережах. Сучасна мода на збільшення дисплеїв в компактних девайсах дозволяє більш зручно і практичніше використовувати стилуси для письма, і, саме тому, розпізнавання рукописного тексту є актуальним у наш час.

Офлайнний вид розпізнавання успішно застосовується у сфері діяльності, де необхідно обробити велику кількість рукописних документів, для прикладу, у страхових компаніях. Ефективність розпізнавання можна підвищити, використовуючи структуровані документи (форми). Крім того, можна покращити якість, зменшивши діапазон можливих символів. Офлайнне розпізнавання вважається більш складним за онлайнне [1].

Система розпізнавання реалізується як класифікатор. Існує кілька методів реалізації класифікаторів:

- шаблонні (растрові);
- ознакові;
- структурні

Шаблонний класифікатор порівнює символ з набором еталонів, по черзі накладаючи зображення один на одного. Еталонами в даному випадку виступають спеціально підготовлені зображення. Кожне з них об'єднує в собі риси множини варіантів написання того чи іншого символу залежності від того, з якими зразками точніше збіглося зображення. Самі еталони формуються методом накладання один на одного великої кількості одних і тих же букв різних варіантів почерку.

До переваг шаблонного класифікатора відносять ефективне розпізнавання дефектних символів («розірваних» або «склеєних»), простоту і високу швидкість розпізнавання.

Проте, недоліком є необхідність налаштування системи на типи і розміри шрифтів.

Ознаковий класифікатор, аналогічно шаблонному, пропонує варіанти символів, виходячи зі ступеня збігу параметрів символу з еталонними значеннями. При цьому, він оперує певними числовими ознаками, такими, наприклад, як довжина периметра, кількість чорних крапок в різних областях або уздовж різних напрямків і т.п., є популярним у розробників OCR-систем. За певними умовами здатний працювати майже так само швидко, як шаблонний. Точність роботи ознакового класифікатора багато в чому залежить від якості ознак, обраних для кожного символу. Під якістю ознак в даному випадку розуміється їх здатність максимально точно, але без надмірної інформації, охарактеризувати нарисовані символи.

Серед переваг слід відмітити те, що ознаковий класифікатор дозволяє розпізнавати різні зображення символів, тобто різні почерки, шрифти і т.д. Серед недоліків варто відмітити втрату даних при розпізнаванні.

Ідея структурного класифікатора базується на тому, що у кожного символу є чітко визначена структура. Виділення такої структури на зображенні буде недостатнім, тому додатково потрібно буде порівнювати знайдену структуру зі структурою кожного можливого символу.

Алгоритм функціонування структурного класифікатора буде таким:

1. Для кожного символу описати його структуру через базові елементи - лінія, дуга, кільце, опис потрібно робити вручну, так як поки не існує автоматичного виділення топології з прийнятною якістю.

2. Для структурного опису символу окремо описати - як саме його шукати на зображенні - з яких елементів починати і в якому порядку проводити розрахунки.

3. При розпізнаванні символу отримати список можливих варіантів розпізнавання, використовуючи базові класифікатори.

4. Для кожного варіанта розпізнавання знайти на зображенні відповідний йому структурний опис.

5. Якщо опис підійшов - оцінюємо його якість, не підійшов - значить, варіант розпізнавання не підходить.

Так як в такому підході аналізуються конкретні варіанти зображення символів, то завжди точно відомо, що саме і в якому порядку шукати на зображенні, що спрощує алгоритм виділення структури.

Перевагою структурного класифікатора є інваріантність щодо типів і розмірів шрифтів, а недоліками є складність розпізнавання дефектних символів і недостатня швидкість.

Однак найбільш оптимальним серед всіх методів є так зване фонтанне перетворення. Воно має вигляд набору плям з попарними зв'язками між ними [3].

Зазначене подання нечутливе до різних виправлень і дефектів символів, а сам алгоритм заснований на поєднанні шаблонного та структурного методів розпізнавання образів. При аналізі зразка символу виділяються ключові точки об'єкта - «плями», в якості яких можуть виступати:

- кінці ліній; вузли, де сходяться кілька ліній;
- місця зламів ліній;
- місця перетину ліній; крайні точки.

Після виділення «плям» визначається зв'язок між ними. Таким чином, підсумковим описом є граф, який і служить об'єктом пошуку в бібліотеці структурно-плямових еталонів.

При пошуку структурно-плямових еталонів встановлюється відповідність між ключовими точками зразка і еталона, після чого визначається ступінь деформації зв'язків, необхідна для приведення шуканого об'єкта до еталонного зразка. При цьому менший ступінь деформації передбачає велику ймовірність правильного розпізнавання символу [4].

Результати порівняння існуючих і запропонованого рішень подано в таблиці 1.

Таблиця 1 – Результати порівняння існуючих і запропонованого рішень

Метод	Переваги	Недоліки
Шаблонний	Ефективне розпізнавання дефектних символів простоту і високу швидкість розпізнавання	Необхідність налаштування системи на типи і розміри шрифтів
Ознаковий	Ознаковий класифікатор дозволяє розпізнавати різні	Втрата даних при розпізнаванні

	зображення символів, тобто різні почерки, шрифти	
Структурний	Інваріантність щодо типів і розмірів шрифтів	Складність розпізнавання дефектних символів і недостатня швидкодія
Фонтанне перетворення	Переваги структурного та шаблонного методів	Обмеження на розпізнавання растрових зображень

Проаналізувавши існуючі методи розпізнавання текстів, можна зробити висновок, що найкраще використовувати метод фонтанного перетворення, так як він об'єднує в собі переваги структурного та шаблонного методів і, завдяки цьому, є достатньо гнучким, щоб застосувати його при розпізнаванні рукописного тексту.

В подальшому може виконуватися додаткова корекція, що дозволяє збільшити якість розпізнавання спірних символів на основі аналізу буквосполучень, характерних для мови, словника мови або граматичного аналізу.

Список використаних джерел:

1. Pogrebnyak I. V. Efficiency analysis of optical character recognition systems / I. V. Pogrebnyak // Proceedings of the scientific and practical conference of young scientists «Computing systems and networks (Mayorov's readings)». – 2016. – P. 130—133.
2. Хаустов П. А. Алгоритм оптического распознавания рукописных символов на основе построения структурной модели / П. А. Хаустов, В. Г. Спицын // Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине : сборник научных трудов III Международной научной конференции, 23-26 мая 2016 г., Томск : в 2 ч. — Томск : Изд-во ТПУ, 2016. — Ч. 1. — [С. 501-503].
3. Мустакимова Э. Г. Распознавание рукописного текста : дис. канд. / Мустакимова Эльмира Гаязовна – Москва, 2016.
4. OCR-конвейер для обработки документов [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа до ресурсу: <https://habr.com/ru/company/arcadia/blog/505950/>.