

Козловський Валерій Валерієвич, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри систем захисту інформації, Національний авіаційний університет, Київ, Україна.

Мищенко Андрій Віталєвич, кандидат технічних наук, професор кафедри систем захисту інформації, Національний авіаційний університет, Київ, Україна.

Снижко Вячеслав Владімирович, аспірант, кафедра систем захисту інформації, Національний авіаційний університет, Київ, Україна.

Kozlovskiy Valerii, National Aviation University, Kyiv, Ukraine, e-mail: vvk@zeos.net.

Mishchenko Andrii, National Aviation University, Kyiv, Ukraine, e-mail: vvk@zeos.net.

Snizhko Viacheslav, National Aviation University, Kyiv, Ukraine, e-mail: bb_c@ukr.net

УДК 519.86:519.612

DOI: 10.15587/2312-8372.2014.31877

Зарубенко О. О.

ПОБУДОВА АЛГОРИТМУ АНАЛІЗУ РУКОПИСНОГО ТЕКСТУ

Проведено загальний аналіз роботи двох підходів розпізнавання рукописного тексту та на базі аналізу створено два відповідних алгоритми для отримання вірного результату на основі офлайн методу аналізу тексту. Наведено результативність розпізнавання даного типу тексту на поточний момент. Представлено загальний висновок по роботі двох алгоритмів.

Ключові слова: рукописний текст, online метод, offline метод, розпізнавання рукописного тексту, IRC.

1. Вступ

При оформленні анкет, документів та інших ділових паперів в різних компаніях в основному використовується макет документу, в який заповнювач вносить потрібні дані вручну (рукописним/рукодруктованим текстом). Для ефективного використання цієї інформації дані потрібно занести до бази даних. Це можна зробити двома способами: або вручну користувачем, або автоматично програмою. Швидкість роботи користувача по занесенню даних залежить від його кваліфікації у роботі з базами даних, швидкості набору, можливості проаналізувати (розпізнати) написане заповнювачем, що свідчить про залежність більше від атрибутів користувача, ніж від можливостей програмного забезпечення. А при роботі з системою автоматичного розпізнавання тексту і його аналізу, користувачеві потрібно лише сканувати потрібний документ і звіряти вихідні дані з даними на документі, коригуючи їх при необхідності.

На поточний момент найбільш актуальною можна вважати проблему розпізнавання рукописного тексту. Для таких текстів досягнута точність розпізнавання суттєво нижча, ніж для ручодруктованого тексту. Більш високі показники можуть бути досягнуті тільки з використанням контекстної та граматичної інформації. Наприклад, в процесі розпізнавання шукати цілі слова в словнику легше, ніж намагатися проаналізувати окремі символи з тексту. Знання граматики мови може також допомогти визначити, чи є слово дієсловом або іменником. Форми окремих рукописних символів іноді можуть не містити достатньо інформації, щоб точно (більше 98 %) розпізнати весь рукописний текст. Це відбувається, тому що люди мають різний почерк, що навіть для людини він іноді є складним для розпізнання (наприклад, почерк лікарів в рецептах та медичних книжках).

Точність роботи методів може бути виміряна кількома способами і тому може сильно варіюватися. Приміром,

якщо зустрічається спеціалізоване слово «бетономішалка», яке не використовується для відповідного програмного забезпечення медичного закладу, при пошуку неіснуючих слів, помилка може збільшитися.

2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми

На даний час поточним станом технології розпізнавання оптичного тексту є доволі точне розпізнавання символів у друкованому тексті (майже 100 %), у ручодруктованому (80–90 %), у рукописному (60–70 %) при чіткому зображенні, отриманому, наприклад, за допомогою сканування документів. Точність розпізнавання зображення останнього дуже низька, оскільки почерк індивідуальний для кожної людини і технологія почала досліджуватися в ХХІ віці [1–9]. Якість розпізнавання такого зображення може бути підвищена тільки шляхом подальшого редагування людиною або внесення строгих форм заповнення тексту. Тобто загальна точність розпізнавання відсканованого зображення буде варіюватися від 70 до 80 %, що не є добре адже ми будемо мати з десяток помилок на сторінці. Тобто така технологія може бути корисна лише у дуже обмеженому числі додатків.

Розпізнавання символів online іноді плутають з оптичним розпізнаванням символів. Але таке розпізнавання часто залежить від зчитування руху курсора по екрану, де програма аналізує рух і виводить символ. Наприклад, у засобах online розпізнавання, розроблених для OS PenPoint та планшетного ПК (на даний час – для системи Android) для більш зручного вводу інформації за допомогою стилуса, можна визначити, з якого боку пишеться рядок: справа наліво або зліва направо. *Offline метод* – працює зі статичною формою подання тексту [10, 11].

Online системи для розпізнавання рукописного тексту останнім часом стали широко відомі в якості комерційних

продуктів. Алгоритми таких пристроїв використовують той факт, що порядок, швидкість і напрямок окремих ділянок ліній введення відомі. Крім того, користувач навчиться використовувати тільки конкретні форми листа. Ці методи не можуть бути використані у програмному забезпеченні, яке використовує скановані паперові документи, оскільки ми зіштовхуємося з зображенням, яке є статичне і потребує розпізнання, а online методи направлені на розпізнання динамічного вводу даних і розпізнання тексту відбувається за рахунок зчитування руху стилуса/курсора на екрані.

3. Ціль та задачі дослідження

Метою роботи є вирішення проблеми розпізнання рукописного тексту та створення системи, яка б наглядно відображала роботу алгоритму розпізнання більше ніж на 90 %.

Для досягнення поставленої мети необхідно:

1. Ознайомитися з даною предметною областю.
2. Розбити задачу на етапи. Створити алгоритм.
3. Рухатись по алгоритму вирішуючи задачу.

4. Аналіз рукописного тексту

Перед тим, як створювати методику розпізнання рукописного тексту, потрібно проаналізувати саму структуру його побудови. Оскільки рукописний текст відрізняється від рукодрукованого тим, що літери в одному слові не є роздільно написаними, а мають письмові прив'язки одна до одної (рис. 1), то в такому випадку нам потрібно аналізувати слово повністю або знаходити літери та прибирати з'єднання (іншими словами переводити текст до рукодрукованого вигляду).



Рис. 1. Наглядний приклад відміни рукописного тексту від рукодрукованого

Відштовхуючись від цього можна сформулювати два алгоритми верхнього рівня роботи методу, а саме «алгоритм розпізнання рукописного тексту без перетворення його до рукодрукованого вигляду» або «алгоритм розпізнання рукописного тексту з перетворення його до рукодрукованого вигляду».

5. Алгоритм розпізнання рукописного тексту без перетворення його до рукодрукованого вигляду

Якщо розглядати «алгоритм розпізнання рукописного тексту без перетворення його до рукодрукованого вигляду», то він буде мати 3 основні етапи: етап вхідного зображення, етап розпізнання рукописного тексту і збереження готового екземпляра (рис. 2).

На першому етапі (рис. 2) ми маємо вхідне зображення, що відскановано за допомогою сканера, на якому знаходиться потрібна для розпізнання інформація (тип даної інформації невідомий). Наступним кроком аналізуємо зображення і знаходимо рядки з текстом в ньому. Далі аналізуючи рядки, розбиваємо їх на слова і створюємо K —

масив контейнерів для даних слів (знаків). Контейнер несе в собі атрибути: номер рядка, зображення слова (знака), W — масив можливих слів, який на момент створення є $NULL$ і змінну типу $boolean$, що показує розпізнане слово або ні. Потім знаходимо знаки припинання і одразу їх розпізнаємо і вставляємо в потрібний контейнер з масиву K , значення в масив W . Таким же самим чином розпізнаємо друкований текст за допомогою ORC системи.



Рис. 2. Блок-схема алгоритму розпізнання рукописного тексту без його перетворення до рукодрукованого вигляду

На другому етапі (рис. 2) розпізнання рукописного тексту ми вже не працюємо з зображенням, а лише з масивом K , починаючи з «першого слова» в ньому (мається на увазі перший нерозпізнаний контейнер масиву K).

Спочатку потрібно проаналізувати зображення в i -тому контейнері, тобто знайти там всі літери, які можливо розпізнати системою. Далі використовуючи послідовність цих літр знайти слова, що мають таку ж послідовність літр і занести їх в масив W , якщо ж нічого не знайдено, то просто в тексті виведеться зображення з контейнера. Після кроку з розпізнанням слів маємо вже деяке представлення про вихідні дані. Вид даних на кроці 2.4 (рис. 2) представляється користувачеві у вигляді рядків з можливими варіантами, які виносяться з масивів W_i сформованих на перших двох етапах розпізнавання зображення.

Збереження зображення (рис. 2) повинно бути можливим в форматах, які потрібні користувачеві, а саме PDF, doc та подібних.

6. Алгоритм розпізнавання рукописного тексту з перетворення його до рукодрукованого вигляду

«Алгоритм розпізнавання рукописного тексту з перетворення його до рукодрукованого вигляду» буде мати чотири етапи (рис. 3): дещо змінений перший з попереднього алгоритму, етап переведення тексту до рукодрукованого вигляду, етап розпізнавання рукодрукованого тексту і незмінений останній етап з попереднього алгоритму.

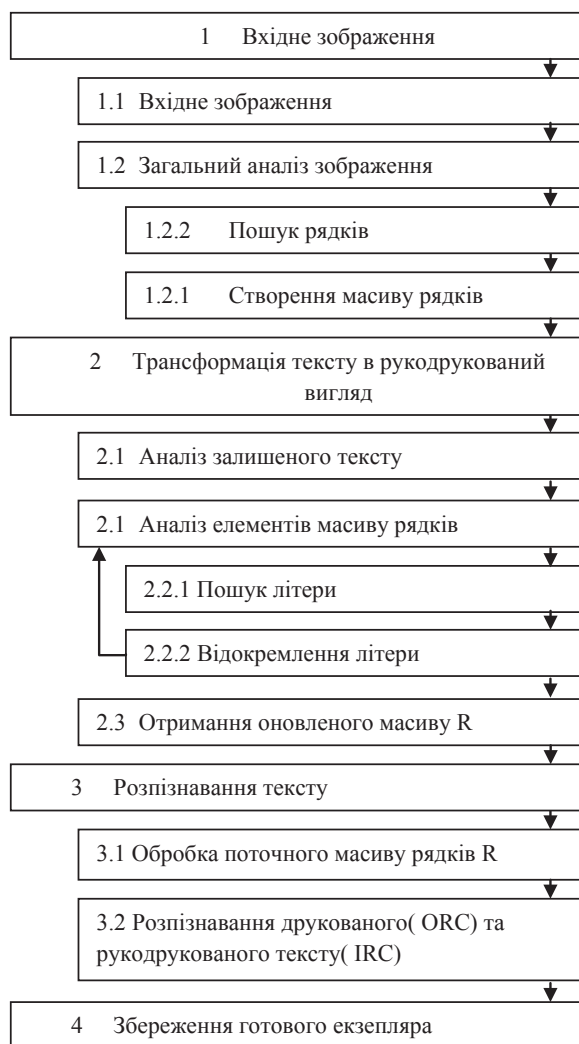


Рис. 3. Блок-схема алгоритму розпізнавання рукописного тексту з його перетворення до рукодрукованого вигляду

Використовуючи другий алгоритм ми будемо використовувати по суті дві системи: одну — для конвертації рукописного тексту до рукодрукованого вигляду і другу — ICR систему для подальшого перетворення рукодрукованого тексту в цифровий вигляд.

Перший етап даного алгоритму (рис. 3) не потребує створення спеціальних масивів даних для слів, як в попередньому алгоритмі, а лише масив рядків R для роботи простої обробки даних в ньому і міститиме в собі зображення рядка.

На другому етапі (рис. 3) розпізнавання рукописного тексту зводиться до трансформації тексту в рукодрукований вигляд (пункт 7).

7. Алгоритм трансформації тексту

Розглянемо ж концепцію «алгоритму трансформації тексту». Відмітимо, що вхідним зображенням є рядки рукописного тексту, а вихідним — рукодруковані літери.

Для початку потрібно розглянути, чим же рукописний текст відрізняється від рукодрукованого (рис. 1). Оскільки розробка методики буде зосереджена на оффлайновому рукописному тексті, то і підхід до алгоритму трансформації буде безпосередньо ґрунтуватися на вже написаному відсканованому тексті. Маючи текст у рукописному вигляді, слід зазначити, в першу чергу, поєднання літер в словах між собою. Це поєднання означає, що об'єднані літери входять до одного слова, і їх можна розглядати, як один цілісний запис. Щоб виконати процес трансформації, потрібно буде вставити проміжки між літерами в словах (рис. 1, рис. 4), і таким чином перевести слово у набір літер. Наступним кроком буде зміна деяких літер, які при рукописному письмі мають інший вигляд, ніж у друкованому вигляді. Такими літерами є літери: б, д, ж, з, и, й, р, т. Рукописний вигляд цих літер дещо відрізняються від їх «друкованих аналогів», тому вони потребують окремого аналізу. Пройшовши ці два кроки ми матимемо необхідний нам результат, а саме рукодрукований текст, рядки якого будуть представлені в масиві R .



Рис. 4. Розділення слів на літери

На третьому етапі даного алгоритму ми вже маємо масив R , що містить рукодрукований текст. Тепер нам потрібно цей текст перевести в цифровий вигляд і зберегти. Для цього використовуємо метод розпізнавання друкованого тексту (ORC) та метод розпізнавання рукодрукованого тексту (IRC). Зкомпоновуємо отриманий результат і віддаємо на звіряння користувачу. Після чого, на останньому етапі, користувач зберігає дані в потрібній для нього формі.

Отже, загальна картина «алгоритм розпізнавання рукописного тексту з перетворення його до рукодрукованого виду» буде мати інший вигляд, ніж алгоритм без перетворення, де на першому етапі ми слідуємо «алгоритму трансформації тексту», а на другому нове отримане зображення вже обробляємо в ORC та

IRC системах. Модуль конвертації тексту до рукодрукованого вигляду можна представити, як в вигляді окремої програми, так і у вигляді автоматичної функції у системі розпізнавання рукодрукованого тексту, що надасть програмі більший діапазон розпізнавання відсканованого зображення і додасть їй повноти в роботі з оцифрування рукописних текстів.

8. Висновки

1. Розглянуто загальну ситуації та процент розпізнавання поточними системами рукописного тексту.
2. Предоставлено розгляду два алгоритми аналізу рукописного тексту.
3. Описано загальну роботу алгоритму розпізнавання рукописного тексту без його переведення до рукодрукованого вигляду та наведено проблемні ситуації при роботі розпізнавання.
4. Описано загальну роботу алгоритму розпізнавання рукописного тексту з його переведення до рукодрукованого вигляду та наведено проблемні ситуації при роботі розпізнавання. Наведено приклад трансформації тексту та його проблемні зони.

Література

1. Bangyal, W. H. Recognition of Off-line Isolated Handwritten Character Using Counter Propagation Network [Text] / W. H. Bangyal, J. Ahmad, Q. Abbas // International Journal of Engineering and Technology. — 2013. — Vol. 5(2). — P. 227–230. doi:10.7763/ijet.2013.v5.548
2. АБВУ FlexiCapture 10. Руководство системного администратора [Электронный ресурс]. — Abbyy, 2011. — Режим доступа: \www/URL: ftp://ftp.abbyy.com/TechSupport/FC10_Guides/FlexiCapture%2010%20Admin%20Guide_RU.pdf. — 16.11.2014.
3. АБВУ FlexiCapture. Система потокового ввода данных. Создание машиночитаемых форм [Электронный ресурс]. — Abbyy, 2011. — Режим доступа: \www/URL: ftp://ftp.abbyy.com/TechSupport/FC10_Guides/FlexiCapture%2010%20Form%20Creation%20Guide_RU.pdf. — 16.11.2014.
4. Optical Character Recognition [Electronic resource]. — Available at: \www/URL: http://www.unicode.org/charts/PDF/U2440.pdf. — 16.11.2014.
5. History of Pen and Gesture Computing: Annotated Bibliography in On-line Character Recognition, Pen Computing, Gesture User Interfaces and Tablet and Touch Computers [Electronic resource]. — Available at: \www/URL: http://rwservices.no-ip.info:81/pens/biblio85.html#C1C85. — 16.11.2014.
6. Распознавание рукописного текста [Электронный ресурс]. — Abbyy, 2014. — Режим доступа: \www/URL: http://kb.abbyy.ru/article/1099. — 09.09.2014.
7. Type in many languages with Input Tools [Electronic resource]. — Available at: \www/URL: https://support.google.com/mail/answer/139576?hl=en. — 16.11.2014.
8. Annotated Bibliography in On-line Character Recognition, Pen Computing, Gesture User Interfaces and Tablet and Touch Computers [Electronic resource]. — Available at: \www/URL: http://users.erols.com/rwservices/biblio.html. — 16.11.2014.
9. Методи розпізнавання тексту [Електронний ресурс] / Вікіпедія. — Режим доступу: \www/URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Методи_розпізнавання_тексту. — 16.11.2014.
10. Handwriting recognition [Electronic resource] / Wikipedia. — Available at: \www/URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Handwriting_recognition#Off-line_recognition. — 16.11.2014.
11. АБВУ FineReader 12. Языки распознавания [Электронный ресурс] — Abbyy, 2011. — Режим доступа: \www/URL: http://www.abbyy.ru/support/finereader/12/rl/. — 16.11.2014.

ПОСТРОЕНИЕ АЛГОРИТМА АНАЛИЗА РУКОПИСНОГО ТЕКСТА

Проведен общий анализ работы двух подходов распознавания рукописного текста и на базе анализа созданы два соответствующих алгоритма для получения верного результата на основе оффлайнного метода анализа текста. Приведена результативность распознавания данного типа текста на текущий момент. Представлено общее заключение по работе двух алгоритмов.

Ключевые слова: рукописный текст, online метод, offline метод, распознавания рукописного текста, IRC.

Зарубенко Олексій Олексійович, аспірант, кафедра інформаційних технологій, Київська державна академія водного транспорту ім. гетьмана Петра Конашевича-Сагайдачного, Україна, e-mail: zarnagaul@gmail.com, alex.zarubenko@yandex.ru.

Зарубенко Алексей Алексеевич, аспирант, кафедра информационных технологий, Киевская государственная академия водного транспорта им. гетьмана Петра Конашевича-Сагайдачного, Украина.

Zarubenko Olexiy, Kyiv State Maritime Academy named after hetman Petro Konashevych-Sahaydachniy, Ukraine, e-mail: zarnagaul@gmail.com, alex.zarubenko@yandex.ru

УДК 681.513.52:622.691.4

DOI: 10.15587/2312-8372.2014.32103

Фешанич Л. І.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ОЦІНКА СТАТИСТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВІБРАЦІЇ ПЕРЕДНЬОЇ ОПОРИ НАГНІТАЧА ГАЗОПЕРЕКАЧУВАЛЬНОГО АГРЕГАТУ

Представлено аналіз результатів досліджень статистичних характеристик вібропереміщення передньої опори нагнітача у системі автоматичного керування газоперекачувальним агрегатом дотискувальної компресорної станції. Визначено такі характеристики сигналу як математичне сподівання, дисперсія, гістограма, емпірична та теоретична щільність розподілу, закон розподілу, емпірична та теоретична функції розподілу.

Ключові слова: помпаж, вібропереміщення, статистичні характеристики, щільність розподілу, закон розподілу, функція розподілу.

1. Вступ

Задача покращення швидкодії та надійності існуючих систем автоматичного керування газоперекачувальним

агрегатом (ГПА) дотискувальної компресорної станції (ДКС) підземного сховища газу (ПСГ) є актуальною підзадачею загальної проблеми оптимального керування