

Библиографические ссылки

1. *Севастьянов Б. В.* Разработка модели прогнозирования и управления рисками повреждения здоровья работающими. Отчет по НИР по государственному контракту от 23 августа 2010 г. № 28/МТ-10 / Б. В. Севастьянов, А. П. Тюрин, Р. О. Шадрин, И. Г. Русяк, В. Г. Суфиянов, И. В. Васильева. – Ижевск : ИжГТУ, 2010.

2. Теория систем и системный анализ в управлении организациями : Справочник : учеб. пособие / под ред. В. Н. Волковой и А. А. Емельянова. – М. : Финансы и статистика, 2006. – 848 с.

3. *Севастьянов Б. В., Лусина Е. Б., Тюрикова И. Г.* Управление безопасностью труда : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. В 2 ч. / под общ. ред. проф.

Б. В. Севастьянова. – Ч. I. Государственное управление охраной труда. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2010. – 296 с.

4. Доклад «Состояние условий и охраны труда в Удмуртской Республике в 2009 году и меры по их улучшению» // Министерство труда Удмуртской Республики. – URL: <http://mintrud.udmurt.ru/>

5. *Gretl User's Guide: Gnu Regression, Econometrics and Time-series Library.* – URL: <http://gretl.sourceforge.net>

6. *Saini Rautaharju.* ТУТА-модель – модель для оценки расходов создания условий труда в машиностроительных фирмах. – М. : Министерство труда, отдел охраны труда, 1995. – 48 с.

7. *Prais S. J., Winsten C. B.* Trend Estimators and Serial Correlation // Cowles Commission Discussion Paper No. 383. – Chicago, 1954.

B. V. Sevastyanov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

R. O. Shadrin, Postgraduate Student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Prediction of Number of Victims Fatalities and Occupational Morbidity in the Energy Sector of the Udmurt Republic

Trends in fatalities and occupational diseases in the energy sector of the Udmurt Republic are investigated. Mathematical models are elaborated and predicted indicators are calculated.

Key words: safety, injury rate, industrial mortal accidents, occupational diseases.

УДК 004.932.75'1

Н. С. Исупов, аспирант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

А. В. Кучуганов, кандидат технических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

РАСПОЗНАВАНИЕ СЛИТНЫХ РУКОПИСНЫХ ТЕКСТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АППАРАТА НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Представлен краткий обзор основных методик распознавания. Предложен новый подход в распознавании слитных рукописных текстов, основанный на представлении векторизованного текста в виде нечетких нагруженных графов.

Ключевые слова: распознавание, нечеткая логика, нечеткий граф, рукописный текст, типовой опорный узел, эталон.

Существует множество работ, связанных с автоматизацией процесса распознавания графических изображений, начиная с печатных символов и до обработки трехмерных изображений [1, 2]. Используются различные методики по улучшению качества исходного изображения и выделению признаков, по которым ведется распознавание. Тем не менее возможности интеллектуального анализа изображений с помощью компьютеров оставляют желать лучшего. Так, например, существует острая необходимость в создании эффективных систем распознавания рукописных текстов.

Известны несколько крупных проблем в задаче распознавания рукописных текстов:

- большое количество разновидностей почерка;
- индивидуальные особенности почерка, такие как раздельное написание некоторых элементов слов или наличие декоративных элементов;
- сложность выявления отдельных символов в слитном рукописном слове;

- зависимость написания символа от его положения в слове.

На данный момент существует ряд систем распознавания текстов, например ABBYY Finereader, OmniPage, OCR CUNEIFORM, Readiris, Microsoft Office Document Imaging. Все они довольно успешно справляются с задачей распознавания печатных текстов, в то время как задача распознавания слитных рукописных текстов является нерешенной.

В теории распознавания образов выделяются различные группы признаков, по которым ведется сравнение распознаваемой области и эталона. По типу выделяемых признаков методы распознавания делятся [3]:

- на статистические;
- детерминированные;
- логические;
- структурные, или лингвистические;
- нейросистемные.

Нередко системы распознавания создаются на основе комбинации этих методов.

Статистические методы основаны на вычислении различных статистических величин для последующего их сравнения (коэффициент корреляции, моменты различных порядков, закон распределения, матрицы смежности). Недостатками этих методов являются:

- значительные вычислительные затраты;
- неизвестность закона распределения;
- неоднозначность описания области изображения.

Детерминированные методы основаны на выделении из исходного изображения признаков, принимающих конкретные числовые значения, например геометрических величин, таких как периметр, площадь фигуры, средняя длина хорды, эксцентриситет, периметр наименьшей выпуклой формы, описывающей объект и т. д. Недостатком этих методов является необходимость качественной сегментации изображения. В противном случае достоверность признаков в значительной степени снижается.

Логические методы основаны на выделении таких признаков, которые можно рассматривать как элементарные высказывания, принимающие два значения истинности («да», «нет» или «истина», «ложь») с полной определенностью, что затруднительно при построении реальных систем.

Структурные методы основаны на представлении как всего изображения, так и изображения отдельного субъекта в виде совокупности некоторых примитивных геометрических элементов (непроизводные элементы) и их отношений между собой [4]. Главным недостатком структурных методов является необходимость четкого разделения изображения на объект и фон, что затруднительно в условиях реального изображения.

Нейросистемные методы. В основу этого подхода положен принцип действия нейронных клеток головного мозга человека. Нейрон представляет собой устройство, состоящее из нескольких входов, каждый из которых имеет свою весовую функцию, а также из блока суммирования и одного выхода [5]. Значение признака, образующееся на выходе нейрона, зависит от входного сигнала, весовых коэффициентов входов и функции возбуждения. Недостатком нейросети является необходимость качественной предобработки изображения. Другой недостаток заключается в отсутствии инвариантности ко многим видам топологических преобразований.

Проанализировав достоинства и недостатки вышеперечисленных методов, было решено создать систему распознавания на основе структурно-лингвистического подхода с использованием лингвистических переменных и аппарата нечеткой логики.

Основы нечеткой логики были заложены в конце 60-х годов в работах известного американского математика Лотфи Заде [6]. Лингвистическая переменная может принимать значения понятий (фраз) естественного языка и используется при описании объектов и явлений с помощью нечетких множеств. Например, лингвистическая переменная «скорость»

может принимать значения «очень быстро», «быстро», «медленно», «очень медленно», переменная «направление» – «север», «юг», «запад», «восток» и т. д. Они, в свою очередь, являются нечеткими переменными и изменяются в некотором диапазоне числовых значений.

Сущность предлагаемого подхода заключается в следующем.

1. Изображение символа можно представить в виде графа, состоящего из узлов и ветвей (рис. 1).

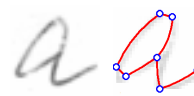


Рис. 1. Пример представления рукописной буквы *a* в виде графа

2. Выделяется ограниченное множество вариантов узлов (рис. 2), называемых типовыми опорными узлами (ТОУ).

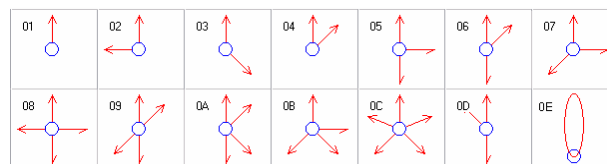


Рис. 2. Типы узлов

3. Параметры ветвей графа преобразуются в нечеткие переменные. Ветви имеют форму, а также показатели направления и ориентации. Отличие ориентации от направления заключается в том, что направление высчитывается относительно предыдущего отрезка, а ориентация не зависит от других элементов. Направление, ориентация, форма и длина ветви являются лингвистическими переменными, принимающими ограниченное количество значений. В табл. 1 показаны различные значения лингвистических переменных направления и ориентации ветви.

4. Эталоны символов хранятся в базе данных в виде аналогичных графов.

Проводить распознавание предлагается путем сравнения ТОУ, а также направлений и количеств исходящих из них ветвей в исходном изображении и в эталонах.

Внешний вид системы представлен на рис. 3.

Имеются следующие режимы работы с программой:

- 1) работа с базой типовых опорных узлов;
- 2) работа с библиотекой эталонов;
- 3) формирование скелетного изображения;
- 4) предобработка скелетного изображения;
- 5) распознавание.

В режиме работы с базой ТОУ имеется возможность просматривать, добавлять и удалять типовые опорные узлы, выбирая их из контрольного изображения.

Перед предобработкой входное изображение обрабатывается векторизатором ArtPhoto [7] для получения скелетного изображения (рис. 4).

Таблица 1. Сводная таблица значений направления и ориентации ветвей в зависимости от угла

| Количественный диапазон | Качественное значение направления | Качественное значение ориентации |
|-------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| -11,25°...11,25° | ForWard | North |
| 11,25°...33,75° | FFR | NNE |
| 33,75°...56,25° | FR | NE |
| 56,25°...78,75° | FRR | EEN |
| 78,75°...101,25° | Right | East |
| 101,25°...123,75° | RRB | EES |
| 123,75°...146,25° | RB | SE |
| 146,25°...168,75° | RBB | SSE |
| 168,75°...191,25° | Back | South |
| 191,25°...213,75° | BBL | SSW |
| 213,75°...236,25° | BL | SW |
| 236,25°...258,75° | LLB | WWS |
| 258,75°...281,25° | Left | West |
| 281,25°...303,75° | FLL | WWN |
| 303,75°...326,25° | FL | NW |
| 326,25°...348,75° | FFL | NNW |

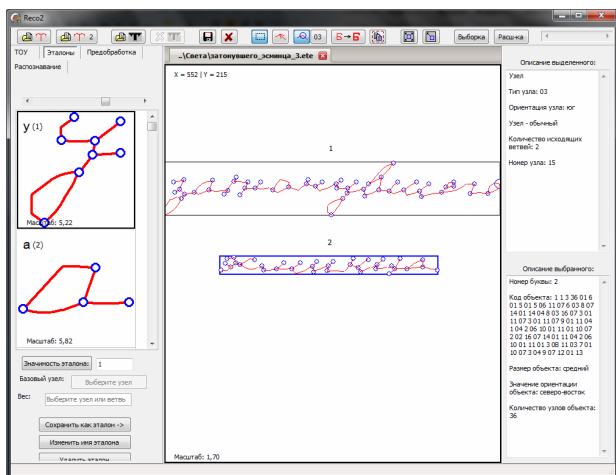


Рис. 3. Внешний вид системы Reso2



Рис. 4. Исходное и скелетное изображение текста

Процесс предобработки состоит из нескольких этапов:

1. Фрагментация изображения – разбиение всего текста на слова и символы (рис. 5). В программе реализован статистический метод разбиения исходного текста на фрагменты.



Рис. 5. Пример фрагментации текста

2. Устранение мелких разрывов между концами отрезков.

3. Исключение коротких отрезков (рис. 6).

4. Корректировка направления отрезков.

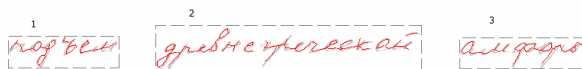


Рис. 6. Текст после исключения коротких отрезков и устранения мелких разрывов

5. Аппроксимация дугами.

6. Распознавание TOY типа «разветвление», «конец», «угол» (рис. 7).

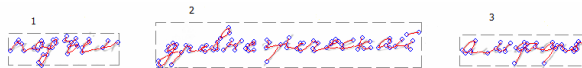


Рис. 7. Текст после распознавания узлов

7. Формирование нечеткого графа.

Можно выполнять каждый этап по отдельности или задать автоматическое выполнение всех этапов предобработки.

В режиме распознавания фрагменты изображения, прошедшие обработку, сравниваются с эталонами, и выдается результат. Любой из обработанных фрагментов можно задать в качестве эталона в режиме работы с библиотекой эталонов.

В процессе экспериментальных исследований было выявлено, что при представлении рукописных слов в виде нечетких нагруженных графов некоторые буквы включают в себя более простые (рис. 8).

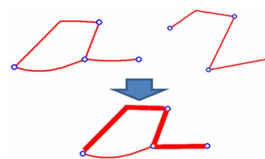


Рис. 8. Символ «а» включает в себя символ «г»

Соответственно, можно выделить две группы символов – составные и простые (табл. 2).

Таблица 2. Зависимости между различными символами отдельно взятого рукописного шрифта

| Составной символ | Простые символы |
|------------------|------------------|
| а | г |
| в | е, а, г, о |
| е | о |
| з | н, о |
| и | а, г |
| м | н, а, ш |
| н | а, и |
| у | о, з, а, г, и |
| ш | г, о, н, м, и, с |

В результате проведенных экспериментов было решено реализовать алгоритм на основе метода сборки.

Сущность предлагаемого метода заключается в следующем.

1. Поиск простых символов.

2. Поиск фрагментов составных символов по предполагаемым ключевым элементам.

Таким образом, любой сложный символ собирается по частям (рис. 9).

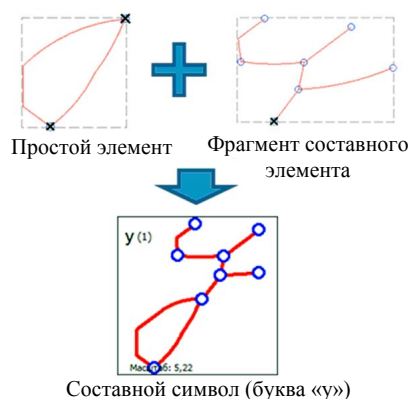


Рис. 9. Сущность метода сборки

Экспериментальные исследования с рукописными текстами показали, что на данный момент надежность распознавания составляет 70 % при среднем качестве носителя информации.

В настоящее время ведется доработка экспериментальной системы распознавания с целью включе-

ния морфемного словаря в состав системы и детальной проработки алгоритма распознавания на основе метода сборки. В дальнейшем планируется проведение экспериментальных исследований на архивных документах (скоропись XVII–XIX вв).

Библиографические ссылки

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2006. – 1072 с.
2. Горский Н., Анисимов В., Горская Л. Распознавание рукописного текста. – СПб.: Политехника, 1997.
3. Горелик А. Л., Скрипкин В. А., Методы распознавания. – М.: Высш. шк., 1989.
4. Фу К. Структурные методы в распознавании образов, – М.: Мир, 1977.
5. Казаков Я. В. Повышение качества киноизображения средствами вычислительной техники. – Ч. 2. Методы признакового описания статичного изображения. – URL: <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/5026.html>
6. Заде Л. А. Роль мягких вычислений и нечеткой логики в понимании, конструировании и развитии информационных / интеллектуальных систем // Новости искусственного интеллекта. – 2001. – № 2-3. – С. 7–11.
7. Kuchuganov A. V. Recursions in Image Analysis Problems // Pattern Recognition and Image Analysis. – 2009. – Vol. 19. – No. 3. – P. 501–507.

N. S. Isupov, Postgraduate Student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

A. V. Kuchuganov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Joined-up Writing Recognition with Fuzzy Logic Application

A brief survey of main recognition methods is represented. A new approach to the joined-up writing recognition based on fuzzy graph presentation of the vectorized text is given.

Key words: recognition, fuzzy logic, fuzzy graph, handwriting, standard reference node, pattern.

УДК 658.511

Е. М. Колесникова, аспирант, Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»

Л. Н. Колесникова, кандидат технических наук, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ АВТОМАТИЗАЦИИ ВЫБОРА ЕДИНЫХ БАЗ И БАЗ НА ПЕРВЫХ ОПЕРАЦИЯХ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Рассмотрен процесс автоматизации выбора технологических баз при проектировании технологического процесса механической обработки деталей.

Ключевые слова: технологический процесс, автоматизация, базирование, конструкторско-технологическая параметризация.

Автоматизация проектирования технологического процесса является одной из важных проблем технологии машиностроительного производства.

В системах автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП) важной проблемой является полнота формализации описания

объектов изготовления (деталей) и технологических решений.

Существующие САПР технологического процесса механической обработки (ТП МО) осуществляют перебор возможных вариантов структур технологического процесса с последующей оценкой вариантов по некоторым критериям. Выбор технологических