

ISSN 2306-1561

**Automation and Control in Technical Systems (ACTS)**

2014, No 4, pp. 32-47.

DOI: 10.12731/2306-1561-2014-4-4

---



## Using of Pattern Recognition in Various Specialization

### **Omar Mohammed**

Iraq, Undergraduate Student, Department of «Automated Control Systems».

State Technical University – MADI, 125319, Russian Federation, Moscow, Leningradsky prospekt, 64.  
Tel.: +7 (499) 151-64-12. <http://www.madi.ru>. info@madi.ru

### **Omar Farouk**

Iraq, Undergraduate Student, Department of «Automated Control Systems».

State Technical University – MADI, 125319, Russian Federation, Moscow, Leningradsky prospekt, 64.  
Tel.: +7 (499) 151-64-12. <http://www.madi.ru>. info@madi.ru

### **Ismoilov Muhammad Idiboevich**

Russian Federation, Ph. D., Associate Professor, Department of «Automated Control Systems».

State Technical University – MADI, 125319, Russian Federation, Moscow, Leningradsky prospekt, 64.  
Tel.: +7 (499) 151-64-12. <http://www.madi.ru>. ismoilov\_mi@mail.ru

### **Ostroukh Andrey Vladimirovich**

Russian Federation, full member RAE, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of «Automated Control Systems».

State Technical University – MADI, 125319, Russian Federation, Moscow, Leningradsky prospekt, 64.  
Tel.: +7 (499) 151-64-12. <http://www.madi.ru>. ostroukh@mail.ru

**Abstract.** One of the most pressing issues of information technology in the field of artificial intelligence is the problem of recognition and classification of images with the use of a fundamentally new methods and algorithms, based on the use of artificial neural networks. Established neural networks can be used to solve a wide variety of tasks, from restoring missing data to analyze and search patterns. The paper deals with the simulation of artificial neural networks for pattern recognition problems associated with it, such as a sufficient set of database images as a standard component, as well as problem-solving steps.

**Keywords:** artificial intelligence, pattern recognition, perception, optical character recognition, license plate recognition, handwritten texts.

---

ISSN 2306-1561

**Автоматизация и управление в технических системах (АУТС)**

2014. – №4. – С. 32-47.

DOI: 10.12731/2306-1561-2014-4-4

---



**УДК 004.9**

## **Применение систем распознавания образов в различных предметных областях**

### **Омар Мохаммед**

Республика Ирак, магистрант кафедры «Автоматизированные системы управления».

ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», 125319, Российская Федерация, г. Москва, Ленинградский проспект, д.64, Тел.: +7 (499) 151-64-12, <http://www.madi.ru>, [info@madi.ru](mailto:info@madi.ru)

### **Омар Фарук**

Республика Ирак, магистрант кафедры «Автоматизированные системы управления».

ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», 125319, Российская Федерация, г. Москва, Ленинградский проспект, д.64, Тел.: +7 (499) 151-64-12, <http://www.madi.ru>, [info@madi.ru](mailto:info@madi.ru)

### **Исмоилов Мухамаджон Идибоевич**

Российская Федерация, кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматизированные системы управления».

ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», 125319, Российская Федерация, г. Москва, Ленинградский проспект, д.64, Тел.: +7 (499) 151-64-12, <http://www.madi.ru>, [ismoilov\\_mi@mail.ru](mailto:ismoilov_mi@mail.ru)

### **Остроух Андрей Владимирович**

Российская Федерация, академик РАЕ, доктор технических наук, профессор кафедры «Автоматизированные системы управления».

ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», 125319, Российская Федерация, г. Москва, Ленинградский проспект, д.64, Тел.: +7 (499) 151-64-12, <http://www.madi.ru>, [ostroukh@mail.ru](mailto:ostroukh@mail.ru)

**Аннотация.** В настоящее время одним из актуальных вопросов информационных технологий в области искусственного интеллекта является проблема распознавания и классификации образов с применением принципиально новых методов и алгоритмов, на основе применения искусственных нейронных сетей. Налаженные нейронные сети можно применять для решения самых различных задач, от восстановления пропусков в

данных до анализа и поиска закономерностей. В статье рассмотрены вопросы моделирования искусственных нейронных сетей для распознавания образов, проблемы, возникающие при этом, такие как достаточность набора базы данных образов, качество эталонных составляющих, а также этапы разрешения проблем.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, распознавание образов, восприятие, оптическое распознавание, распознавание автомобильных номеров, рукописные тексты.

## **1. Введение**

О существовании специальных систем, которые "автоматически вводят в компьютер текст", знают даже начинающие пользователи. В настоящее время эти системы получили широкое распространение на промышленных и строительных предприятиях для автоматизации ввода текстовой информации с бумажных носителей [1 – 11].

Со стороны все выглядит довольно просто и логично. На отсканированном изображении система находит фрагменты, в которых "узнает" буквы, а затем заменяет эти изображения настоящими буквами, или, по-другому, их машинными кодами. Так осуществляется переход от изображения текста к "настоящему" тексту, с которым можно работать в текстовом редакторе.

## **2. Основные принципы распознавания образов и целостность восприятия**

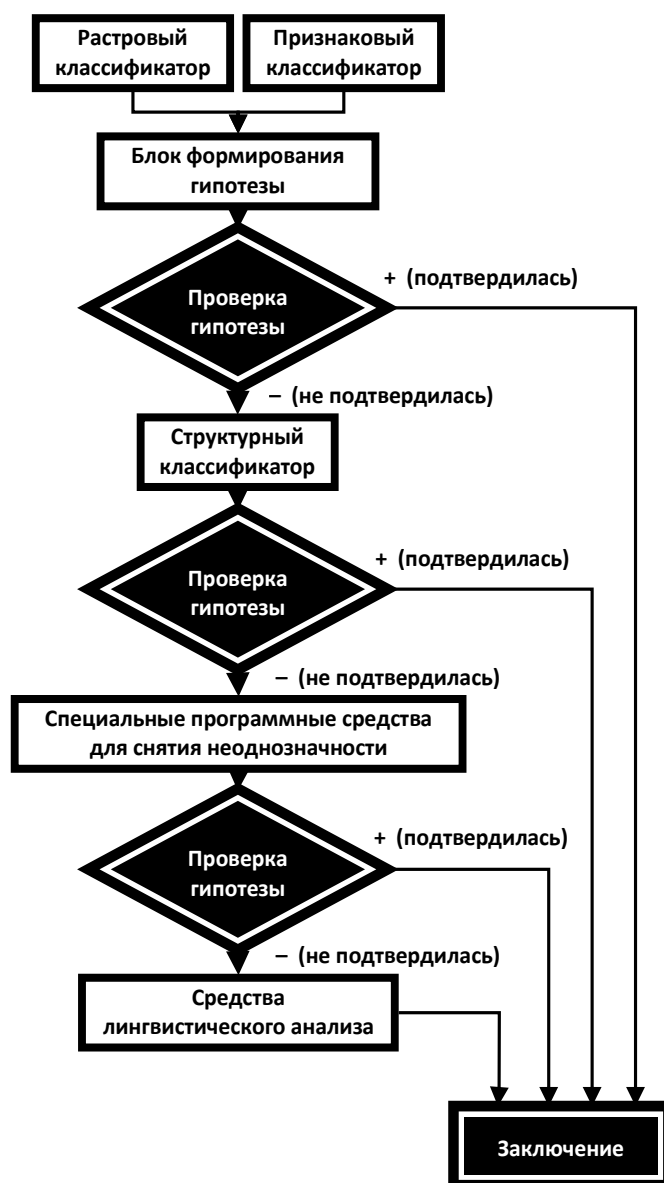
В основе фонетического преобразования лежит принцип целостности. В соответствии с ним любой воспринимаемый объект рассматривается как целое, состоящее из частей, связанных между собой определенными отношениями. Так, например, печатная страница состоит из статей, статья - из заголовка и колонок, колонка - из абзацев, абзацы - из строк, строки - из слов, слова - из букв. При этом все перечисленные элементы текста связаны между собой определенными пространствами и языковыми отношениями.

Для выделения целого требуется определить его части. Части же, в свою очередь, можно рассматривать только в составе целого. Поэтому целостный процесс восприятия может происходить только в рамках гипотезы о воспринимаемом объекте - целом. После того как выдвинуто предположение о воспринимаемом объекте, выделяются и интерпретируются его части. Затем предпринимается попытка "собрать" из них целое, чтобы проверить правильность исходной гипотезы. Разумеется, воспринимаемый объект может интерпретироваться в рамках более крупного целого.

Так, читая предложение, человек узнает буквы, воспринимает слова, связывает их в синтаксические конструкции и понимает смысл.

В технических системах любое решение при распознавании текста принимается неоднозначно, а путем последовательного выдвижения и проверки гипотез и привлечения как знаний о самом исследуемом объекте, так и общего контекста. Целостное описание класса объектов восприятия отвечает двум условиям: во - первых,

все объекты данного класса удовлетворяют этому описанию, а во-вторых, ни один объект другого класса не удовлетворяют ему. Например, класс изображений буквы "К" должен быть описан так, чтобы любое изображение буквы "К" в него попадало, а изображение всех других букв - нет. Такое описание обладает свойством отображаемости, то есть обеспечивает воспроизведение описываемых объектов: эталон буквы для системы OCR позволяет визуальнo воспроизвести букву, эталон слова для распознавания речи позволяет произнести слово, а описание структуры предложения в синтаксическом анализаторе позволяет синтезировать правильное предложение. С практической точки зрения отображаемость играет огромную роль, поскольку позволяет эффективно контролировать качество описаний.



**Рисунок 1 - Укрупненная схема работы системы распознавания образов**

Существует два вида целостного описания: шаблонное и структурное.

В первом случае описание представляет собой изображение в растровом или векторном представлении, и задан класс преобразований (например, повтор, масштабирование и пр.).

Во втором случае описание представляется в виде графа, узлами которого являются составляющие элементы входного объекта, а дугами - пространственные отношения между ними. В свою очередь элементы могут оказаться сложными (то есть иметь свое описание).

Конечно, шаблонное описание проще в реализации, чем структурное. Однако оно не может использоваться для описания объектов с высокой степенью изменчивости. Шаблонное описание, к примеру, может приниматься для распознавания только печатных символов, а структурное - еще и для рукописных.

Целостность восприятия предлагает два важных архитектурных решения (рисунок 1). Во-первых, все источники знания должны работать по возможности одновременно. Нельзя, например, сначала распознать страницу, а затем подвергнуть ее словарной и контекстной обработке, поскольку в этом случае невозможно будет осуществить обратную связь от контекстной обработки к распознаванию. Во-вторых, исследуемый объект должен представляться и обрабатываться по возможности целиком.

Первый шаг восприятия - это формирование гипотезы о воспринимаемом объекте. Гипотеза может формироваться как на основе априорной модели объекта, контекста и результатов проверки предыдущих гипотез (процесс "сверху - вниз"), так и на основе предварительного анализа объекта ("снизу - вверх"). Второй шаг - уточнение восприятия (проверка гипотезы), при котором производится дополнительный анализ объекта в рамках выдвинутой гипотезы и в полную силу привлекается контекст.

Для удобства восприятия необходимо провести предварительную обработку объекта, не потеряв при этом существенной информации о нем. Обычно предварительная обработка сводится к преобразованию входного объекта в представление, удобное для дальнейшей работы (например, векторизация изображения), или получение всевозможных вариантов сегментации входного объекта, из которого путем выдвижения и проверки гипотез выбирается правильный. Процесс выдвижения и проверки гипотез должен быть явно отражен в архитектуре программы. Каждая гипотеза должна быть объектом, который можно было бы оценить или сравнить с другими. Поэтому обычно гипотезы выдвигаются последовательно, а затем объединяются в список и сортируются на основе предварительной оценки. Для окончательного же выбора гипотезы активно используется контекст и другие дополнительные источники знаний.

Ныне одним из лидеров в области генетического программирования является группа исследователей из Стэнфордского университета (Stanford University), работающая под руководством профессора Джона Коза. Генетическое программирование вдохнуло новую жизнь в хорошенько уже подзабытый язык LISP (List Processing), который создавался группой Джона Маккарти (того самого, кто в 60-е годы ввел в наш обиход термин "искусственный интеллект") как раз для обработки списков и функционального программирования. Кстати, именно этот язык в США был и

остается одним из наиболее распространенных языков программирования для задач искусственного интеллекта.

### 3. Распознавание символов

#### Оптическое распознавание символов (англ. optical character recognition, OCR)

– механический или электронный перевод изображений рукописного, машинописного или печатного текста в текстовые данные – последовательность кодов, используемых для представления символов в компьютере (например, в текстовом редакторе). Распознавание широко используется для конвертации книг и документов в электронный вид, для автоматизации систем учёта в бизнесе или для публикации текста на веб-странице. Оптическое распознавание текста позволяет редактировать текст, осуществлять поиск слова или фразы, хранить его в более компактной форме, демонстрировать или распечатывать материал, не теряя качества, анализировать информацию, а также применять к тексту электронный перевод, форматирование или преобразование в речь. Оптическое распознавание текста является исследуемой проблемой в областях распознавания образов, искусственного интеллекта и компьютерного зрения.

Системы оптического распознавания текста (таблица 1) требуют калибровки для работы с конкретным шрифтом; в ранних версиях для программирования было необходимо изображение каждого символа, программа одновременно могла работать только с одним шрифтом.

Таблица 1 – Системы распознавания символов

Название	Операционные системы	Заметки
<a href="#">ExperVision</a> TypeReader & RTK	Windows, Mac OS X, Unix, Linux, OS/2	Получала высокие оценки в начале 1990-х.
<a href="#">ABBYY FineReader</a>	Windows; Linux, Mac OS (не для конечного потребителя)	Для работы с различными языками требуется поддержка соответствующего языка.
<a href="#">OmniPage</a>	Windows, Mac OS	Производство <a href="#">Nuance Communications</a>
<a href="#">Readiris</a>	Windows, Mac OS	Производство бельгийской <a href="#">I.R.I.S. Group</a> . Содержит региональные пакеты для распознавания азиатских языков и языков среднего востока.
<a href="#">Persian Reader</a>	Windows	Специализируется на персидском языке (фарси).
Kirtas Technologies Arabic OCR	Windows	Может распознавать арабские и английские символы на одной странице.
<a href="#">Zonal OCR</a>	Windows	Zonal OCR помогает автоматизировать извлечение данных из компьютерных изображений.

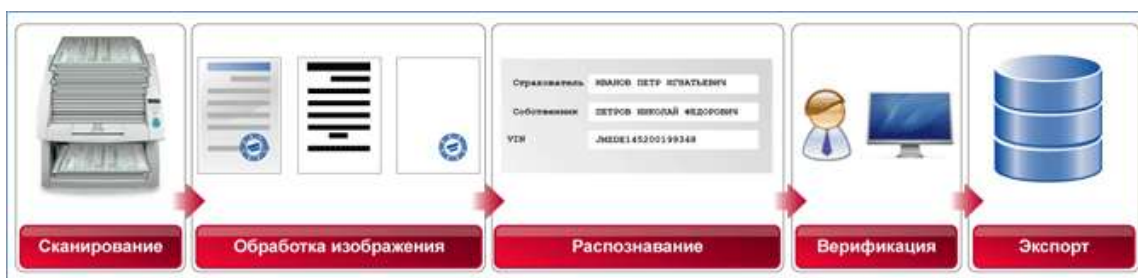
Название	Операционные системы	Заметки
<a href="#">ViewWise</a> компании <a href="#">Computhink</a>	Windows	Система управления документами
<a href="#">CuneiForm</a>	Windows (с <a href="#">GUI</a> ), Linux, Mac OS, FreeBSD (CLI)	Промышленная многоязычная система, умеет сохранять форматирование текста и распознаёт запутанные таблицы произвольной структуры
<a href="#">GOCR</a>	Кросс-платформенная	В начальной стадии разработки
<a href="#">Microsoft Office Document Imaging</a>	Windows, Mac OS X	
<a href="#">Microsoft Office OneNote 2007</a>	Windows	
<a href="#">NovoDynamics NovoVerus</a>	Windows	Специализируется на языках среднего востока
<a href="#">Ocrad</a>	Unix-like, OS/2	
<a href="#">Brainware</a>	Windows	Извлечение данных из документов и их обработка — например, счета, извещения, накладные и платёжки
<a href="#">HOOCR</a>	Linux	Распознавание текстов на иврите
<a href="#">OCROPUS</a>	Linux	Расширяемая система распознавания, которая может использовать Tesseract
<a href="#">ReadSoft</a>	Windows	Сканирование, распознавание и классификация деловых бумаг, например, договоров, счетов и платёжных поручений.
<a href="#">RelayFax Network Fax Manager</a> компании <a href="#">Alt-N Technologies</a>	Windows	Многоязычная система, используется для преобразования факсов в доступные для правки форматы документов (doc, pdf и т. д.).
<a href="#">Scantron Cognition</a>	Windows	Для работы с различными языками требуется поддержка соответствующего языка.
<a href="#">SILVERCODERS OCR Server</a>	Linux	Серверная многоязычная система, имеет высокое качество распознавания, может сохранять форматирование текста и распознаёт запутанные таблицы произвольной структуры
<a href="#">SimpleOCR</a>	Windows	
<a href="#">SmartScore</a>	Windows, Mac OS	Для распознавания нотной записи
<a href="#">Tesseract</a>	Windows, Mac OS X, Linux, OS/2	Разрабатывается компанией <a href="#">Google</a>
<a href="#">WeOCR</a>	Интерфейс: Браузер; Сервер: <a href="#">POSIX</a> , <a href="#">Unix</a>	Платформа для браузерных систем распознавания символов. Страница проекта: <a href="#">WeOCR</a>

Название	Операционные системы	Заметки
<a href="#">FreeOCR</a>	Интерфейс: Браузер; Сервер: <a href="#">POSIX</a> , <a href="#">Unix</a>	Платформа для браузерных систем распознавания символов. Использует Tesseract. Большое количество поддерживаемых языков. Страница проекта: <a href="#">FreeOCR</a>
<a href="#">img2txt</a>	Интерфейс: Браузер; Сервер: <a href="#">POSIX</a> , <a href="#">Linux</a>	Online OCR-сервис, позволяет распознать многоязычный текст из сканированного документа или фотографии. Конвертирует результат в редактируемые форматы (RTF, TXT, HTML).
<a href="#">FineReaderOnline.ru</a>	Интерфейс: Браузер	Online OCR-сервис, позволяющий распознать многоязычный текст из отсканированного документа или фотографии. Конвертирует результат в редактируемые форматы (PDF, PDF/A, <a href="#">DOC</a> , RTF, <a href="#">XLS</a> , <a href="#">TXT</a> ). На данный момент до 10 страниц в день можно распознавать бесплатно.
<a href="#">OnlineOCR.ru</a>	Интерфейс: Браузер	Online OCR-сервис, позволяет распознать многоязычный текст из сканированного документа или фотографии. Конвертирует результат в редактируемые форматы ( <a href="#">PDF</a> , <a href="#">DOC</a> , <a href="#">XLS</a> , <a href="#">TXT</a> , <a href="#">HTML</a> )
<a href="#">NewOCR.com</a>	Интерфейс: Браузер	Online OCR-сервис, позволяет распознать многоязычный текст из сканированного документа или фотографии. Поддерживает 29 языков (болгарский, каталанский, чешский, датский, голландский, английский, финский, французский, немецкий, греческий, венгерский, индонезийский, итальянский, латышский, литовский, норвежский, польский, португальский, румынский, русский, сербский, словацкий, словенский, испанский, шведский, тагалог, турецкий, украинский, вьетнамский) и распознает текст, отформатированный в несколько колонок.
<a href="#">RasterID</a>	Windows 9X, ME, 2000, XP, Vista, Win7	Программа, позволяющая сканировать и обрабатывать растровые изображения, а также автоматизировать регистрацию отсканированных изображений в <a href="#">электронном архиве</a> или <a href="#">системе документооборота</a> . Позволяет распознавать данные из штампа — основной надписи <a href="#">чертежей</a> — и заносить



Название	Операционные системы	Заметки
		их в <a href="#">базу данных</a> . Страница разработчика: <a href="#">CSoft</a>
<a href="#">LiveOCR</a>	Интерфейс: Браузер	Сервис оптического распознавания символов, позволяющий файлы форматов JPG, JPEG, BMP, PNG, GIF, содержащих текст, конвертировать в файлы формата RTF.
<a href="#">NSOCR</a>	Windows 9X, ME, 2000, XP, Vista, Win7	Современная, развивающаяся система оптического распознавания текста. Разрабатывается компанией <a href="#">Nicomsoft</a>

В настоящее время больше всего распространены так называемые «интеллектуальные» системы, с высокой степенью точности распознающие большинство шрифтов (рисунок 2). Некоторые системы оптического распознавания текста способны восстанавливать исходное форматирование текста, включая изображения, колонки и другие нетекстовые компоненты.



**Рисунок 2 – Шесть основных стадий обработки документа в системе распознавания**

Сегодня известно три подхода к распознаванию символов - шаблонный, структурный и признаковый. Но принципу целостности отвечает лишь первые два.

Шаблонное описание проще в реализации, однако, в отличие от структурного, оно не позволяет описывать сложные объекты с большим разнообразием форм. Именно поэтому шаблонное описание применяется для распознавания лишь печатных символов, в то время как структурное - для рукописных, имеющих, естественно, гораздо больше вариантов начертания.

### **Шаблонные системы**

Такие системы преобразуют изображение отдельного символа в растровое, сравнивают его со всеми шаблонами, имеющимися в базе и выбирают шаблон с наименьшим количеством точек, отличных от входного изображения. Шаблонные системы довольно устойчивы к дефектам изображения и имеют высокую скорость обработки входных данных, но надежно распознают только те шрифты, шаблоны которых им "известны". И если распознаваемый шрифт хоть немного отличается от

эталонного, шаблонные системы могут делать ошибки даже при обработке очень качественных изображений!

### **Структурные системы**

В таких системах объект описывается как граф, узлами которого являются элементы входного объекта, а дугами - пространственные отношения между ними. Системы реализующие подобный подход, обычно работают с векторными изображениями. Структурными элементами являются составляющие символ линии. Так, для буквы "р" - это вертикальный отрезок и дуга.

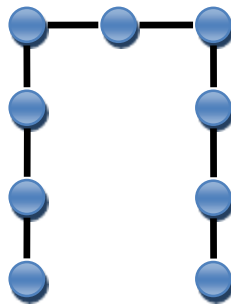
К недостаткам структурных систем следует отнести их высокую чувствительность к дефектам изображения, нарушающим составляющие элементы. Также векторизация может добавить дополнительные дефекты. Кроме того, для этих систем, в отличие от шаблонных и признаковых, до сих пор не созданы эффективные автоматизированные процедуры обучения. Поэтому для Fine Reader структурные описания пришлось создать вручную.

### **Признаковые системы**

В них усредненное изображение каждого символа представляется как объект в n-мерном пространстве признаков. Здесь выбирается алфавит признаков, значения которых вычисляются при распознавании входного изображения. Полученный n-мерный вектор сравнивается с эталонными, и изображение относится к наиболее подходящему из них. Признаковые системы не отвечают принципу целостности. Необходимое, но недостаточное условие целостности описания класса объектов (в нашем случае это класс изображений, представляющих один символ) состоит в том, что описанию должны удовлетворять все объекты данного класса и ни один из объектов других классов. Но поскольку при вычислении признаков теряется существенная часть информации, трудно гарантировать, что к данному классу удастся отнести только <родные> объекты.

### **Структурно-пятенный эталон**

В АBBYY FineReader применяется так называемый структурно-пятенный эталон (рисунок 3) и его фонтанное (от англ. font – шрифт) представление, которое имеет вид набора пятен с попарными отношениями между ними. Данная разработка фирмы АBBYY первоначально использовалась для распознавания рукописного текста, а затем была успешно применена и для обработки печатных символов. При этом обеспечиваются все достоинства шаблонного и структурного классификаторов. Также данное представление нечувствительно к различным начертаниям и дефектам символов.



**Рисунок 3 – Структурно-пятенный эталон**

Фонтанное преобразование совмещает в себе достоинства шаблонной и структурной систем и, по нашему мнению, позволяет избежать недостатков, присущих каждой из них по отдельности. В основе этой технологии лежит использование структурно-пятенного эталона. Он позволяет представить изображения в виде набора пятен, связанных между собой n-арными отношениями, задающими структуру символа. Эти отношения (то есть расположение пятен друг относительно друга) образуют структурные элементы, составляющие символ. Так, например, отрезок - это один тип n-арных отношений между пятнами, эллипс - другой, дуга - третий. Другие отношения задают пространственное расположение образующих символ элементов.

В эталоне задаются:

- имя;
- обязательные, запрещающие и необязательные структурные элементы;
- отношения между структурными элементами;
- отношения, связывающие структурные элементы с описывающим прямоугольником символа;
- атрибуты, используемые для выделения структурных элементов;
- атрибуты, используемые для проверки отношений между элементами;
- атрибуты, используемые для оценки качества элементов и отношений;
- позиция, с которой начинается выделение элемента (отношения локализации элементов).

Структурные элементы, выделяемые для класса изображений, могут быть исходными и составными. Исходные структурные элементы - это пятна, составные - отрезок, дуга, кольцо, точка. В качестве составных структурных элементов, в принципе, могут быть взяты любые объекты, описанные в эталоне. Кроме того, они могут быть описаны как через исходные, так и через другие составные структурные элементы.

Например, для распознавания корейских иероглифов (слоговое письмо) составными элементами для описания слога являются описания отдельных букв (но не отдельные элементы букв). В итоге, использование составных структурных элементов позволяет строить иерархические описания классов распознаваемых объектов.

В качестве отношений используются связи между структурными элементами, которые определяются либо метрическими характеристиками этих элементов (например, <длина больше>), либо их взаимным расположением на изображении (например, <правее>, <соприкасается>).

При задании структурных элементов и отношений используются конкретизирующие параметры, позволяющие доопределить структурный элемент или отношение при использовании этого элемента в эталоне конкретного класса. Для структурных элементов конкретизирующими могут являться, например, параметры, задающие диапазон допустимой ориентации отрезка, а для отношений - параметры, задающие предельное допустимое расстояние между характерными точками структурных элементов в отношении <соприкасается>.

Конкретизирующие параметры используются также для вычисления качества конкретного структурного элемента изображения и качества выполнения данного отношения.

Построение и тестирование структурно-пятенных эталонов для классов распознаваемых объектов - процесс сложный и трудоемкий. База изображений, которая используется для отладки описаний, должна содержать примеры хороших и плохих (предельно допустимых) изображений для каждой графемы, а изображения базы разделяются на обучающее и контрольное множества.

Разработчик описания предварительно задает набор структурных элементов (разбиение на пятна) и отношения между ними. Система обучения по базе изображений автоматически вычисляет параметры элементов и отношений. Полученный эталон проверяется и корректируется по контрольной выборке изображений данной графемы. По контрольной же выборке проверяется результат распознавания, то есть оценивается качество подтверждения гипотез.

Распознавание с использованием структурно-пятенного эталона происходит следующим образом. Эталон накладывается на изображение, и отношения между выделенными на изображении пятнами сравниваются с отношениями пятен в эталоне. Если выделенные на изображении пятна и отношения между ними удовлетворяют эталону некоторого символа, то данный символ добавляется в список гипотез о результате распознавания входного изображения.

#### **4. Распознавание рукописных текстов**

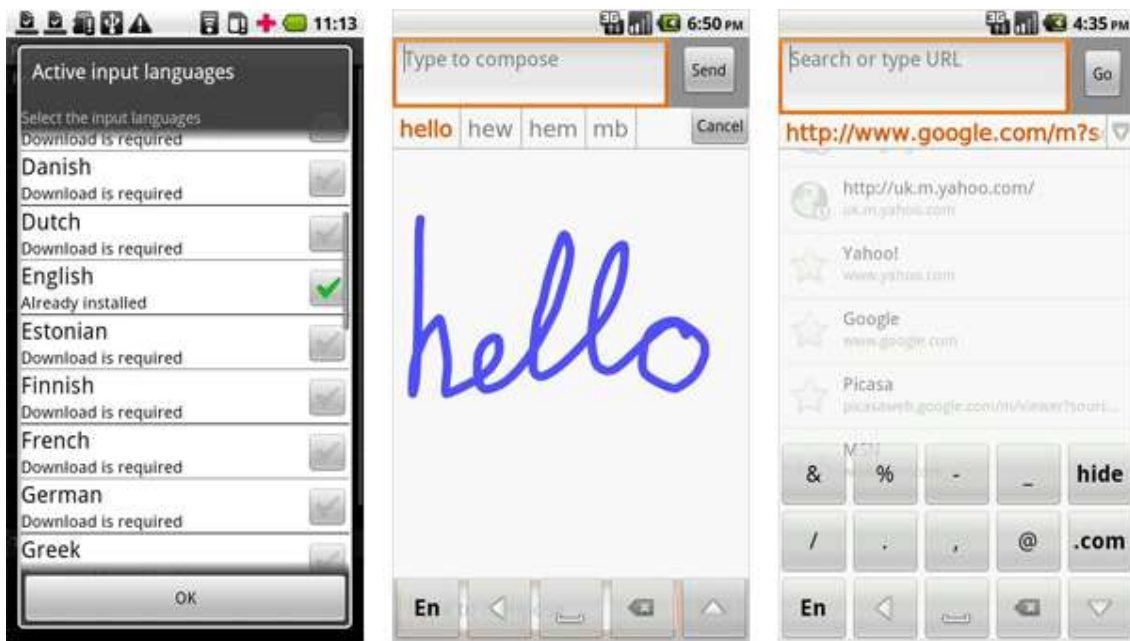
Очевидно, проблема распознавания рукописного текста значительно сложнее, чем в случае с текстом печатным. Если в последнем случае мы имеем дело с ограниченным числом вариаций изображений шрифтов (шаблонов), то в случае рукописного текста число шаблонов неизмеримо больше. Дополнительные сложности вносят также иные соотношения линейных размеров элементов изображений и т. п.

И все же сегодня мы можем признать, что основные этапы разработки технологии распознавания рукописных (отдельные символы, написанные от руки) символов уже пройдены. В настоящее время существуют технологии распознавания всех основных типов текстов: стилизованных цифр, печатных символов и рукопечатных символов. Но технологии ввода рукопечатных символов потребуется еще пройти стадию адаптации, после чего можно будет заявить, что инструментарий для потокового ввода документов в архивы действительно реализован полностью.

Динамичное развитие новых компьютерных технологий (сетевые технологии, технологии клиент-сервер, и т. д.) нашли свое отражение и в состоянии сектора электронного документооборота. Если раньше в продвижении технологий бесклавиатурного ввода делался упор на преимущества их персонального использования, то сегодня на первый план выходят преимущества коллективного и рационального использования технологий ввода и обработки документов. Иметь одну, обособленную систему распознавания сегодня уже явно недостаточно. С распознанными текстовыми файлами (как бы хорошо они распознаны ни были) нужно что-то делать:

хранить в базе данных, осуществлять их поиск, передавать по локальной сети, и т. д. Словом, требуется взаимодействие с архивной или иной системой работы с документами. Таким образом, система распознавания превращается в утилиту для архивных и иных систем работы с документами.

В последнее время системы распознавания рукописного текста приобрели особое значение при использовании карманных персональных компьютеров. Pen Reader (рисунок 4) – это система распознавания рукописного текста для устройств, снабжённых сенсорным экраном и операционными системами Windows и Android, которая сразу же переводит рукописный текст в машинописный. Система готова распознать Ваш почерк сразу после установки.



**Рисунок 4 – Распознавание рукописного текста на мобильном устройстве с ОС Android**

Pen Reader обеспечивает рукописный ввод в любом приложении, где возможен ввод данных, при этом писать можно в любой части экрана, не привязываясь к какой-то одной выделенной области.

Система поддерживает распознавание букв, цифр и стандартных символов, присутствующих на клавиатуре. Помимо этого, доступен целый ряд так называемых макросов, представляющих собой дополнительные функции программы, которые полностью дублируют основные функции клавиатуры (shift, enter, tab и др.). Вы пишете на экране особый росчерк, а система реагирует на нажатие соответствующей кнопки как на клавиатуре.

Pen Reader поддерживает работу с 30 языками, обеспечивает распознавание букв, цифр, арифметических и пунктуационных символов, а также некоторых росчерков, которые полностью дублируют основные функции клавиатуры (пробел, удаление, заглавные буквы и др.). В числе прочих особенностей решения значатся многоязычный

интерфейс, четыре режима распознавания символов, система обучения программы, а также модуль автоматического завершения слов и исправления ошибок.

В новой версии PenReader для Android разработчиками добавлена экранная клавиатура для облегчения процесса ввода спецсимволов, улучшено распознавание рукописного текста и исправлены незначительные ошибки в коде приложения.

## **5. Системы распознавания образов в транспортном комплексе**

Системы, которые осуществляют контроль за автотранспортом, появившиеся в последние годы и, к сожалению, в широкой литературе не описаны. Пожалуй, самой известной является многофункциональная система установлена в Великобритании в районе Сити. По данным источников массовой информации система является обширной сетью из наблюдательных видеокамер соединенных с центральным пультом управления. Система была создана с целью снижения уровня преступности на улицах города.

Одной из функций системы является автоматический поиск автотранспортных средств по заданным номерам и дальнейшее их исследование. Также имеется функция идентификации автотранспорта проходящей через ключевые точки и проверки по базе данных, не содержится данное транспортное средство в "черном списке", например, не разыскивается автомобиль.

За время эксплуатации данная система хорошо себя зарекомендовала и позволила существенно снизить уровень преступности.

Контроль движения автотранспорта включает и другие задачи. Так, например, общеизвестная проблема проезда по платным шоссе и мостам. Необходимость производить оплату при въезде на такие шоссе и мосты приводит к возникновению пробок. В летнее время длина пробок может достигать нескольких километров. Установка в таких местах систем, которые распознают, позволит на основании идентифицированного автотранспортного средства определить по базе данных его владельца и просто выставить ему счет за проезд. Таким образом проблема пробок будет решена.

Другим звеном использование систем контроля за автотранспортом является организация безопасности на платных автостоянках. Установка системы, которая распознает, на въезде автостоянки позволит решать следующие задачи. При регистрации факта выезда на мониторе появляются два кадра - текущий и выбранный из журнала въезда. Это позволяет оператору визуально оценивать соответствие и исключать возможность подмены автомобиля. Также появляется возможность автоматического вычисления времени нахождения машины на стоянке. При заданных тарифах можно сразу распечатывать чек на оплату.




Разработку систем контроля автотранспорта ведут также российские исследовательские лаборатории.

Рассмотрим принцип действия распознавания авто номеров. При движении автомобилей на участке дорожного полотна, что попадает в поле зрения видеокамеры, происходит автоматическое распознавание номера (государственного регистрационного знака), его запись в журнал и проверка на совпадение с номерами в базах данных на

предмет машин, числящихся как угнанный. Система формирует базу данных всех транспортных средств, прошедших через зону контроля, включая в базу изображение, номер, дату, время регистрации и направление движения каждого автомобиля. Современные системы также могут вести учет статистических характеристик транспортного потока. Данные, получаемые детектором системы, позволяют реализовать алгоритмы адаптивного регулирования дорожным движением с учетом реальной дорожно-транспортной обстановки, фиксировать факты ДТП и пробок, рассчитывать реальные нагрузки на дорожное полотно и т.д. Источником информации служит телевизионный сигнал, поступающий от нескольких видеокамер, расположенных на столбах сбоку проезжей части. Вычисленная статистика о транспортный поток доступна для дальнейшей обработки и анализа:

- общее количество прошедших автомобилей;
- классификация автомобилей по классам;
- средняя скорость движения по каждой полосе;
- заполнение по каждой полосе.

Ниже приведены ссылки на наиболее распространенные в России систем распознавания автомобильных номеров.

<p><b>Авто-Инспектор - система распознавания автомобильных номеров</b> <a href="http://www.iss.ru/products/auto/">http://www.iss.ru/products/auto/</a></p>	
<p><b>Система распознавания автомобильных номеров "ДИГНУМ АВТО"</b> <a href="http://www.dignum.ru/dignumauto/">http://www.dignum.ru/dignumauto/</a></p>	
<p><b>Модуль «EWCLID-AUTO» для распознавания автомобильных номеров</b> <a href="http://www.ewclid.ru/news/?id=195">http://www.ewclid.ru/news/?id=195</a></p>	

## 6. Заключение

В статье затронуты основные подходы к решению задач распознавания. Ограниченность количества часов не позволяет достаточно полно описать применяемый

математический аппарат или тонкости того или иного подхода. Тем не менее, изложенное в статье, является основой для избирательного и детального изучения специальной литературы, критической оценки собственных разработок, если таковые появятся. Хотелось бы ещё раз обратить внимание на актуальность проблемы распознавания в совершенствовании информационных технологий.

## Список информационных источников

- [1] Остроух А.В. Основы построения систем искусственного интеллекта для промышленных и строительных предприятий: монография / А.В. Остроух. – М.: ООО «Техполиграфцентр», 2008. – 280 с. – ISBN 978-5-94385-033-2.
- [2] Остроух А.В. Ввод и обработка цифровой информации: учебник для нач. проф. образования / А.В. Остроух. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 288 с. – ISBN 978-5-7695-9457-1.
- [3] Николаев А.Б. Информационные технологии в менеджменте и транспортной логистике: учебное пособие / А.Б. Николаев, А.В. Остроух. – Saint-Louis, MO, USA: Publishing House Science and Innovation Center, 2013. – 254 с. – ISBN 978-0-615-67110-9.
- [4] Остроух А.В. Системы искусственного интеллекта в промышленности, робототехнике и транспортном комплексе: монография / А.В. Остроух – Красноярск: Научно-инновационный центр, 2013. – 326 с. – ISBN 978-5-906314-10-9.
- [5] Остроух А.В. Основы информационных технологий: учебник для сред. проф. образования / А.В. Остроух. – М.: Издательский центр «Академия», 2014. – 208 с. – ISBN 978-5-4468-0588-4.
- [6] Васюгова С.А. Исследование перспектив и проблем интеграции человека с компьютером: искусственный интеллект, робототехника, технологическая сингулярность и виртуальная реальность / С.А. Васюгова, А.В. Остроух, М.Н. Краснянский, А. Самаратунга // Перспективы науки. – Тамбов: «ТМБПринт», 2011. – № 4(19). – С. 109-112.
- [7] Белоусова А.И. Подход к формированию многоуровневой модели мультиагентной системы с использованием миваров / А.И. Белоусова, О.О. Варламов, М.Н. Краснянский, А.В. Остроух // Перспективы науки – Тамбов. «ТМБПринт», 2011. – № 5(20). – С. 57-61.
- [8] Варламов О.О. Анализ возможностей миварного подхода для систем искусственного интеллекта и современной робототехники / О.О. Варламов, А.В. Остроух, М.Н. Краснянский, Т.Л. Давыдова // Вестник ТГТУ. – 2011. – Т.17. – № 3. – С.687-694.
- [9] A. Ostroukh, V. Nikonov, I. Ivanova, T. Morozova, V. Strakhov. Distributed System of Real Time Head Gesture Recognition in Development of Contactless Interfaces // Middle East Journal of Scientific Research. 2014. Vol. 20 (12). pp. 2177-2183. DOI: 10.5829/idosi.mejsr.2014.20.12.21105.
- [10] A. Ostroukh, V. Nikonov, I. Ivanova, T. Morozova, K. Sumkin, D. Akimov. Development of Contactless Integrated Interface of Complex Production Lines // Journal of Artificial Intelligence (JAI). 2014. Vol. 7, No 1. pp. 1-12. DOI: 10.3923/jai.2014.1.12.
- [11] Morozova T., Sumkin K., Akimov D., Ostroukh A. Contactless integrated interface of production lines // International Journal of Advanced Studies (iJAS). 2014. Vol. 4, Issue 1, pp. 32-38. DOI: 10.12731/2227-930X-2014-1-6.