Интернет-журнал «Наукovedение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 7, №1 (2015) <http://naukovedenie.ru/index.php?p=vol7-1>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/54TVN115.pdf>

DOI: 10.15862/54TVN115 (<http://dx.doi.org/10.15862/54TVN115>)

УДК 004.021

Пинт Эдуард Михайлович

ФГБОУ «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

Россия, Пенза¹

Профессор, кандидат технических наук

Романенко Игорь Иванович

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

Россия, Пенза

Доцент, заведующий кафедрой «Механизация и автоматизация производства»

Кандидат технических наук

E-mail: rom1959@yandex.ru

Еличев Константин Александрович

ФГБОУ Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Россия, Пенза

Доцент, кандидат технических наук

Усовершенствование читающего устройства способного автоматизировать процесс обработки печатной информации

¹ 440028, Россия, г.Пенза, ул. Германа Титова 28

Аннотация. Авторами создано оригинальное читающее устройство, состоящее из фотоэлектронной системы считывания печатной информации с носителя и компьютера, осуществляющего процесс распознавания печатных знаков разных шрифтов и других подобных символов.

Разработанное читающее устройство имеет высокое быстродействие и способно с высокой степенью надежности обрабатывать печатную информацию.

С помощью фотоэлектронной системы информация о печатном знаке с носителя поступает в запоминающее устройство компьютера. Компьютер по созданной авторами программе обходит, начиная с концевой точки, контур печатного знака, фиксируя основные направления, образуемые элементами контура. При этом осуществляется масштабное преобразование изображения знака, ликвидация возможных дефектов в изображении и процесс распознавания знака относительно других символов.

В статье рассматривается построение фотоэлектронной системы считывания и алгоритм разработанной программы для компьютера.

Основной упор в статье сделан на меры усовершенствования читающего устройства с целью надежного распознавания компьютером печатной информации.

Авторы предложили формулу оценки надежности распознавания печатных знаков, учитывающую вероятность появления знаков в тексте. Была выбрана оптимальная матрица, состоящая из определенного количества ячеек запоминающего устройства компьютера, в которой хранятся элементы изображения знака.

Ключевые слова: программа; оператор; матрица; печатный знак; направления; масштаб; символ; стиль написания; стандартный вид; генераторы строчной; генератор кадровой развертки.

Ссылка для цитирования этой статьи:

Пинт Э.М., Романенко И.И., Еличев К.А. Усовершенствование читающего устройства способного автоматизировать процесс обработки печатной информации // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, №1 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/54TVN115.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/54TVN115

Введение

Разработка читающего устройства, имеющего высокое быстродействие и обладающего способностью с высокой степенью надежности распознавать печатные знаки различных шрифтов и другие символы, до сих пор остается актуальной задачей, ибо эта задача ещё не решена.

Это устройство широко может быть использовано на различных предприятиях промышленности, в строительных и транспортных организациях, в библиотеках и т.д. для обработки печатной информации[4,5,6].

Авторами было разработано оригинальное читающее устройство, обладающее сравнительно простой конструкцией и способное с высоким быстродействием и с высокой надежностью распознавать печатные знаки разных шрифтов и другие аналогичные символы. Оно состоит из фотоэлектронной системы восприятия (считывания) печатных знаков и компьютера, распознающего эти знаки. Фотоэлектронная система воспринимает изображение печатного знака с носителя информации, построчно развертывает его в электрические импульсы, поступающие в определенном порядке в запоминающее устройство компьютера. В запоминающем устройстве будет находиться набор дискретной информации о печатном знаке. Другими словами знак оказывается, как бы вписанным в дискретную прямоугольную матрицу, состоящую из ячеек (элементов) запоминающего устройства компьютера. При этом заполненные ячейки матрицы хранят информацию об элементах изображения знака.

Авторами были создана программа для компьютера, реализующая разработанный рациональный метод распознавания компьютером печатных знаков разных шрифтов [2]. В статье излагаются меры по усовершенствованию читающего устройства с целью надежного распознавания компьютером печатной информации.

Методика эксперимента

В результате проведенного анализа выяснилось, что характерными информативными признаками знаков являются направления элементов знака, составляющие для каждого знака определенную специфическую последовательность, получаемую в результате обхода знака по контуру относительно определенной концевой точки.

Надо было найти определенную комбинацию направлений, которую необходимо выбрать для распознавания всех печатных знаков разных шрифтов. Причем, при выборе направлений нужно было учитывать не только количество распознаваемых знаков, но и то какие знаки распознаются друг относительно друга, ибо буквы имеют разную вероятность появления в тексте P_i . Для сравнения различных комбинаций направлений между собой была введена величина Ψ , которую называли нераспознаваемостью:

$$\Psi = 1 - \sum_{i=1}^{b_k} P_i$$

где b_k – количество нераспознаваемых букв для определенной комбинации из «К» направлений.

Рисунок 1. Передвижение по любому из восьми направлений из базовой ячейки на соседние (составлено автором)

Было установлено, что для определенных восьми направлений, ориентированных под углом 45^0 друг относительно друга (рис.1, 2) $\Psi = 0$, т.е. все идеально напечатанные контуры знаков русского алфавита различных шрифтов распознаются друг относительно друга.

Рисунок 2. Числа для перемещения по любому из восьми направлений из базовой ячейки на соседние (составлено автором)

Рассмотрение каждого идеально напечатанного знакового контура с представлением его в виде специфической последовательности номеров направлений, получаемой в порядке обхода контура знака, позволило составить так называемые стандартные виды русского алфавита. Знаки одного смыслового символа отличаются друг от друга толщиной линий, наклоном определенных линий по отношению к вертикали, наличием или отсутствием дефектов, декоративных украшений, масштабом элементов знака и пр., но одинаковым, общим для знаков одного смыслового символа и стиля написания, как не трудно заметить, является стандартный вид, соответствующий этому смысловому символу. Согласно разработанному алгоритму распознавания компьютер обходит дискретно представленный в матрице запоминающего устройства знак по так называемым главным направлениям, т.е. по контуру. Так как линии контура знака имеют толщину, которая к тому же непостоянна для разных знаков, необходимо выделять главные направления и совершать обход по ним, не принимая во внимание направления, возникающие от толщины линий, а также от декоративных украшений, дефектов и пр.

Поэтому главное направление выбиралось как направление, имеющее количество ячеек большее или равное весу, а вес (определенное количество ячеек матрицы) должен был быть хотя бы на одну ячейку больше количества ячеек, составляющих толщину линий знака. При обходе по контуру встречались случаи, когда выявлялись лишь направления, где количество заполненных ячеек меньше веса (так называемой суммы). Обход тогда совершался в сторону направления, имеющего наибольшую сумму ячеек.

Если при исследовании заполненной ячейки по восьми направлениям встречается несколько главных направлений или в отсутствии главных направлений несколько одинаковых сумм, обход производится в сторону направления с наименьшим номером. В таком случае для оставшихся главных направлений заполненная ячейка запоминается как перекрестие. Если

обход не дает больше главного направления, ни суммы (т.е. исчертан), он либо заканчивается, либо при наличии перекрестий продолжается, начиная от перекрестия с наименьшим номером и т.д. до тех пор пока не будут исследованы все главные направления, т.е. не будет обойден весь контур знака. Поясним как осуществляется передвижение по любому из восьми направлений с позиции определенной (т.н. базовой) заполненной ячейки на соседние ячейки, поиск главных направлений или сумм. Предположим, например, что запоминающая матрица компьютера (рис.1) состоит из 4x4 ячеек с указанными на рисунке 1 адресами ячеек. Перемещение из любой ячейки на соседние ячейки матрицы в любом из восьми направлений совершается путем прибавления или вычитания от адреса базовой ячейки соответствующих чисел (рис.2)

Во время обхода по главному направлению или сумме производится так называемое стирание по толщине. Как уже отмечалось ранее, знаки разных шрифтов, приведенные к определенной матрице, могут отличаться по толщине линий. Для того, чтобы возможные дефекты печати: каверны, размывы не приводили к разрыву линий знаков, вписанных в матрицу, знаки вписываются таким образом, что минимальная толщина линий получается с запасом, равной нескольким ячейкам матрицы. Максимальная толщина линий получается меньше веса. При обходе по контуру линия знака, например, стойка, имеющая толщину в две ячейки обходится по противоположным направлениям два раза, а при большей толщине, ещё большее число раз. Приведение знаков к единственному стандартному виду становится затруднительным. Учитывая выше сказанное, во время обхода по контуру производится стирание по толщине, т.е. ликвидация толщины линий знака. К тому же, после того как заполненная ячейка матрицы уже исследована по направлениям и совершается переход на соседнюю ячейку в одном из восьми направлений, исследованная ячейка стирается из памяти (ячейка запоминается только в случае перекрестия), с целью исключения возможности обхода линии в противоположном направлении по только что пройденному пути[2,3].

Стирание по толщине производится по следующим правилам:

а) при переходе по направлениям 2,4,6,8 производится стирание заполненных ячеек по направлениям 1 и 5, что ликвидирует излишнюю толщину наклонных линий знака;

б) при переходе по направлениям 3,7 производится стирание заполненных ячеек тоже по направлениям 1 и 5, что ликвидирует излишнюю толщину вертикальных линий знака;

в) при переходе по направлениям 1 и 5 производится стирание заполненных ячеек по направлениям 3 и 7, что ликвидирует излишнюю толщину горизонтальных линий знака.

При этом стирание заполненных ячеек производится только в том случае, когда количество ячеек по взаимно противоположным направлениям меньше веса, т.е. нет главного направления.

[illegible]

P_v – логический оператор,
 $Π_v$ – оператор переноса из одних ячеек оперативной памяти в другие,
 F_v – оператор переадресации по индексу,
 A_v – арифметический оператор,
 L_{κ} – левый знак перехода,
 $\mathcal{J}_{\mathfrak{x}}$ – правый знак перехода
 l
 $\sqsubset$ – два левых знака перехода $\left(\begin{matrix} l \\ \sqsubset, \sqsupset \\ k \end{matrix} \right)$
 k

Упрощенная запись знака по направлениям сравнивается со стандартными видами для его определения. В стандартный вид входят номера главных направлений, а также могут входить номера некоторых сумм, так как эти суммы также являются характерными признаками знака. При сравнении записи знака по направлениям с любым стандартным видом подсчитывается возможное количество несовпадений, а по окончании сравнения со всеми стандартными видами по меньшему количеству несовпадений определяется знак. На рис. 3 представлена структурная схема разработанной программы[4,7,10].

Рисунок 3. Структурная схема разработанной программы (составлено автором)

Рисунок 4. Структурная схема фотоэлектронной системы считывания знаков (составлено автором)

Фотоэлектронная система считывания содержит следующие основные элементы: передающую телевизионную трубку, генераторы строчной и кадровой разверток, усилитель, триггер Шмидта, пересчетное устройство, схему совпадений, генератор запуска (рис. 4).

Генераторы строчной и кадровой разверток создают на экране передающей телевизионной трубки растр, состоящий из ряда горизонтальных строк, смещенных по вертикали друг относительно друга. На нагрузке телевизионной трубки возникают электрические сигналы, соответствующие элементам изображения знака, которые усиливаются усилителем и преобразуются триггером Шмидта в прямоугольные импульсы, поступающие на определенные входы схемы совпадений. Генератор запуска воздействует на пересчетное устройство, состоящее из счетчика импульсов, инверторов и дешифратора, которое также создает прямоугольные импульсы, подающиеся на другие входы схемы совпадений. Когда импульсы, образуемые на выходе триггера Шмидта и выходах пересчетного устройства совпадут по времени, на выходах схемы совпадений создаются прямоугольные импульсы, поступающие в ячейки матрицы запоминающего устройства компьютера [9].

С помощью фотоэлектронной системы считывания была выбрана оптимальная матрица запоминающего устройства компьютера. На распознаваемость печатных знаков по разработанному методу распознавания исследовались прямоугольные матрицы, состоящие из разного количества ячеек. Для сравнительной оценки различных матриц определялась нераспознаваемость Ψ , характеризующая нераспознаваемость букв в зависимости от количества ячеек матрицы с учетом вероятности появления букв русского алфавита в тексте P_i :

$$\Psi = 1 - \sum_{i=1}^{bx} P_i$$

где bx – количество распознаваемых букв относительно определенной матрицы, состоящей из $X \times X$ ячеек.

Величина Ψ уменьшалась с ростом X и при $X > 12$ становилась равной нулю, если пренебречь нераспознаваемостью букв «ш» и «щ». Для каждой матрицы составлялись стандартные виды. При переходе от одной матрицы к другой изменялось количество триггеров счетчика импульсов, количество инверторов, входов и выходов дешифратора и схемы совпадений[8].

Для каждой матрицы оценивалась надежность распознавания печатных знаков. Авторы использовали следующую формулу для оценки надежности распознавания печатных знаков разных шрифтов:

$$P = \frac{m}{nS} \sum_{i=1}^s \frac{r}{n} P_i$$

где m – число правильно прочитанных знаков, S – число подлежащих различию знаков алфавита, n – число испытаний для каждого знака, P_i – вероятность появления знаков в тексте, r – число правильно распознаваемых знаков для одного смыслового символа[1].

Как известно из математической статистики одной из наиболее часто употребляемых мер разброса некоторой величины X является стандартное отклонение выборки, определяемое по формуле

$$\sigma_x^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{n}{n-1} \bar{x}^2$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

где

$\bar{x}$ Если значения величины X расположены близко друг от друга, то они лежат близко и от среднего значения $\bar{x}$ и наоборот.

Стандартное отклонение выборки использовалось для оценки разброса количества несовпадений (x), получаемых от сравнения записей по направлениям знаков определенного смыслового символа, напечатанных в разных источниках и разными шрифтами, со стандартным видом, соответствующим этому смысловому символу[11,12].

Обсуждение результатов

Чтобы надежность распознавания приблизить к максимальной с учетом возможного смещения знаков и некачественной печати, в результате экспериментов, была выбрана матрица, состоящая из 31х32 ячеек. Если оптическая система фотоэлектронной системы считывания настроена таким образом, что самые высокие заглавные знаки составляют на экране передающей телевизионной трубки 4,6 мм, и это соответствует оптимальной матрице, состоящей из 31х32 ячеек, то согласно приведенным исследованиям следует отметить следующее:

1. Из печатных букв и цифр разных шрифтов русского алфавита лишь буква «щ» не распознавалась для каждого шрифта относительно буквы «ш»;
2. Распознаваемым буквам и цифрам разных шрифтов русского алфавита соответствует 62 стандартных вида, составленных с точки зрения надежного распознавания печатных знаков разных шрифтов;
3. Толщина линий знака могла изменяться от 0,2 мм до 0,6 мм;
4. Перекладины, стойки, наклонные линии знака могли изменяться по длине от 4,6 мм до 1 мм;
5. Расстояние между знаками должно было быть больше 0,2 мм;
6. Перекладины, стойки, наклонные линии знака по отношению к характеризующим их направлениям и знак в целом по отношению к вертикали могли изменять ориентацию на угол до $\pm 20^\circ$;

7. Декоративные украшения, каверны, уменьшающие толщину линий знака до 0,2 мм, не сказывались на распознавании;
8. Самые высокие заглавные знаки могли смещаться относительно строчки по вертикали на $\pm 0,2$ мм (соответственно строчные знаки могли смещаться больше).

В результате экспериментов, например, для правильно распознаваемых букв «в» и «я» разных шрифтов, напечатанных компьютером, в книге, газете, журнале, соответственно было

получено: $\sigma_x=0,55$, $\sigma_x = \sqrt{\frac{10}{3}}$, т.е. разброс количеств несовпадений получался незначительным. Аналогично величины σ_x получаются малыми и для других букв и цифр разных шрифтов и разной печати. По величине стандартного отклонения выборки можно судить о степени надежного распознавания знаков определенного смыслового символа. Если при анализе распознаваемости каких-либо букв неизвестных (не предусмотренных стандартными видами) печатных шрифтов и разной печати, величины σ_x получаются не порядка посчитанных ранее, а больше, т.е. надежность распознавания букв падает, необходимо для уменьшения σ_x исправить стандартные виды, соответствующие этим буквам или добавить дополнительные стандартные виды.

Заключение

Эксперименты, проводимые с помощью созданной фотоэлектронной системы считывания знаков и компьютера, работающего по разработанной программе, реализующей рациональный метод распознавания печатных знаков разных шрифтов и разной печати, позволили выбрать оптимальную матрицу запоминающего устройства компьютера, повысить надежность распознавания компьютером печатных знаков разных шрифтов и разной печати.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пинт Э.М. /Пинт Э.М., Яшин А.В., Еличев К.А. Оценка надежности распознавания компьютером печатных знаков. // *Materialy V medzynarodowej naukowi konferencji «Aktualne problem nowioczesnych nauk-2009. -Przemys/: Nauka I studia*, 2009-с.103.
2. Пинт Э.М. /Пинт Э.М., Яшин А.В., Еличев К.А., Козицин В.С. Оригинальный алгоритм распознавания компьютером кодовой записи направлений контура печатного знака. // *Материалы VI международной научно-практической конференции «Naukowa przestrec evropy-2010». -Przemys/: Nauka I studia*, 2010-с.104.
3. Пинт Э.М. /Пинт Э.М., Пугач М.А., Петровнина И.Н. Новый метод распознавания компьютером печатных знаков разных шрифтов. // *Труды международной научно-практической конференции «Современные проблемы машиностроения». -Томск: Изд.ПГУАС, 2011,-с.120.*
4. Пинт Э.М. /Пинт Э.М., Петровнина И.Н, Романенко И.И., Еличев К.А. Заключительный алгоритм рационального метода распознавания компьютером печатных знаков разных шрифтов и распространение метода на образы, связанные с автоматизацией работы дорожных машин и автомобилей. // *Материалы IV международной научно-практической конференции «Перспективные направления развития автотранспортного комплекса». -Пенза: Изд. ПГУАС, 2001,-с.-165.*
5. Пинт Э.М. /Пинт Э.М., Петровнина И.Н, Романенко И.И., Еличев К.А. Управление рабочими органами дорожных машин за счет устройства восприятия и распознавания печатных символов и знаков. // *Материалы международной научно-практической конференции «Новые дороги России». -Пенза: Изд. ПГУАС, 2011,-с.232.*
6. Пинт Э.М. /Пинт Э.М., Романенко И.И., Петровнина И.Н., Козицин В.С., Еличев К. А. Метод распознавания печатных знаков и распространение его на образы, связанные с автоматизацией работы дорожных машин. // *Научно-технический журнал «Мир транспорта и технических машин». №36. -Орел. Изд. ОГУ, 2011,-с-259.*
7. Пинт Э.М. /Пинт Э.М., Романенко И.И., Еличев К.А. «Основные особенности читающей системы». // *Материалы за 8-а международна научна практична конференция Найновите научни достижения, 2012. Том 32, София «БЯЛ ГРАД-БТ,2012. с.88.*
8. Пинт Э.М. /Пинт Э.М., Петровнина И.Н., Федосеева А.О. Оптимальная работа читающей системы. // *Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы науки и образования: прошлое, настоящее, будущее». Часть 5. -Тамбов: Изд. ТГУ, 2012,-с.203.*
9. Пинт Э.М. /Пинт Э.М., Романенко И.И., Еличев К.А., Махаммад М. Восприятие печатной информации для функционирования читающего устройства. // *Сборник научных трудов международной научной конференции «Технологии, экономика, транспорт, экология, образование. Пенза: Изд. ПГУАС,2012,-с. 215.*

10. Пинт Э.М. /Пинт Э.М., Романенко И.И., Петровнина И.Н., Еличев К.А. Полный алгоритм рационального метода распознавания компьютером печатных знаков разных шрифтов и других символов. //Научно-теоретический журнал Вестник. БГТУ им. В.Г. Шухова, № 1, 2013 год. с.210.
11. Пинт Э.М. /Пинт Э.М., Романенко И.И., Еличев К.А. Критерий оценки читающего устройства. //Материалы за 9 международна научна практична конференция «Бъдещите изследвания» Том 28. София: Изд. Бял Град-БГООД, 2013,-с.80.
12. Пинт Э.М. /Пинт Э.М., Романенко И.И., Еличев К.А. Результаты исследования читающего устройства. //Научно-теоретический журнал «Вестник» №1. - Белгород: Изд. БГТУ им. В.Г. Шухова, 2014,-с.182.

Рецензент: Сидоров Алексей Иванович и.о. зав. кафедрой «Автономные информационные и управляющие системы» ПГУ профессор ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный технологический университет».

Pint Eduard Mikhaylovich

«Penza State University of Architecture and Construction»
Russia, Penza

Romanenko Igor Ivanovich

«Penza State University of Architecture and Construction»
Russia, Penza
E-mail: rom1959@yandex.ru

Yelichev Konstantin Aleksandrovich

«Penza State University of Architecture and Construction»
Russia, Penza

Improvement of reading devices the ability to automate the processing of printed information

Abstract. The authors have created an original reading device that consists of photoelectric system for reading printed information from the media and a computer, carrying out the process of the recognition of printed characters of different fonts and other similar characters.

Developed reading device has a high speed and capable of a high degree of reliability to process printed information.

Using photomultiplier system information printed sign with the media comes in a storage device of the computer. The computer created by the authors of the program bypasses, starting from the end point, the path of the printing sign, locking the main directions formed by the circuit elements. This is a major transformation of the character image, the elimination of possible defects in the image and the process of recognition of the mark in relation to other characters.

The article discusses the construction of the photoelectric reading systems and algorithm developed computer programs.

The emphasis in the paper is made on improvements in the reading device in order to secure recognition by computer printed information.

The authors proposed a formula for estimating the reliability of the recognition of printed characters, taking into account the probability of occurrence of characters in the text. Was selected as the optimal matrix consisting of a certain number of cells of the storage device of the computer, which stores the image elements of the sign.

Keywords: the program; operator; matrix; print; sign; direction; scale; character; style of writing; standard view; generators horizontal; the vertical scan generator.

REFERENCES

1. Pint E.M. /Pint E.M., Yashin A.V., Elichev K.A. Otsenka nadezhnosti raspoznavaniya komp'yuterom pechatnykh znakov. // Materialy V mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii «Aktualnye problemy sovremennoy nauki-2009». -Przemys/: Nauka I studia, 2009-c.103.
2. Pint E.M. /Pint E.M., Yashin A.V., Elichev K.A., Kozitsin V.S. Original'nyy algoritm raspoznavaniya komp'yuterom kodovoy zapisi napravleniy kontura pechatnogo znaka. //Materialy VI mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Naukova prazdnitsa evropy-2010». -Przemys/: Nauka I studia, 2010-c.104.
3. Pint E.M. /Pint E.M., Pugach M.A., Petrovnina I.N. Novyy metod raspoznavaniya komp'yuterom pechatnykh znakov raznykh shriftov. // Trudy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Sovremennyye problemy mashinostroyeniya». - Tomsk: Izd.PGUAS, 2011,-s.120.
4. Pint E.M. /Pint E.M., Petrovnina I.N., Romanenko I.I., Elichev K.A. Zaklyuchitel'nyy algoritm ratsional'nogo metoda raspoznavaniya komp'yuterom pechatnykh znakov raznykh shriftov i rasprostraneniye metoda na obrazy, svyazannyye s avtomatizatsiey raboty dorozhnykh mashin i avtomobiley. // Materialy IV mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Perspektivnyye napravleniya razvitiya avtotransportnogo kompleksa». -Penza: Izd. PGUAS, 2001,-s.-165.
5. Pint E.M. /Pint E.M., Petrovnina I.N., Romanenko I.I., Elichev K.A. Upravleniye rabochimi organami dorozhnykh mashin za schet ustroystva vospriyatiya i raspoznavaniya pechatnykh simvolov i znakov. // Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Novyye dorogi Rossii». -Penza: Izd. PGUAS, 2011,-s.232.
6. Pint E.M. /Pint E.M., Romanenko I.I., Petrovnina I.N., Kozitsin V.S., Elichev K. A. Metod raspoznavaniya pechatnykh znakov i rasprostraneniye ego na obrazy, svyazannyye s avtomatizatsiey raboty dorozhnykh mashin. // Nauchno-tekhnicheskyy zhurnal «Mir transporta i tekhnicheskikh mashin». №36. -Orel. Izd. OGU, 2011,-s-259.
7. Pint E.M. /Pint E.M., Romanenko I.I., Elichev K.A. «Osnovnyye osobennosti chitayushchey sistemy». //Materialy za 8-a mezhdunarodna nauchna praktichna konferentsiya Naynovite nauchni dostizheniya, 2012. Tom 32, Sofiya «BYAL GRAD-BT,2012. s.88.
8. Pint E.M. /Pint E.M., Petrovnina I.N., Fedoseeva A.O. Optimal'naya rabota chitayushchey sistemy. // Sbornik nauchnykh trudov po materialam Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Aktual'nye problemy nauki i obrazovaniya: proshloe, nastoyashchee, budushchee». Chast' 5. -Tambov: Izd. TGU, 2012,-s.203.
9. Pint E.M. /Pint E.M., Romanenko I.I., Elichev K.A., Makhammad M. Vospriyatie pechatnoy informatsii dlya funktsionirovaniya chitayushchego ustroystva. //Sbornik nauchnykh trudov mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii «Tekhnologii, ekonomika, transport, ekologiya, obrazovanie. Penza: Izd. PGUAS,2012,-s. 215.
10. Pint E.M. /Pint E.M., Romanenko I.I., Petrovnina I.N., Elichev K.A. Polnyy algoritm ratsional'nogo metoda raspoznavaniya komp'yuterom pechatnykh znakov raznykh shriftov i drugikh simvolov. //Nauchno-teoreticheskyy zhurnal Vestnik. BGTU im. V.G. Shukhova, № 1, 2013 god. s.210.

11. Pint E.M. /Pint E.M., Romanenko I.I., Elichev K.A. Kriteriy otsenki chitayushchego ustroystva. //Materialy za 9 mezhdunarodna nauchna praktichna konferentsiya «B"deshchite izsledovaniya» Tom 28. Sofiya: Izd. Byal Grad-BGOOD, 2013,-s.80.
12. Pint E.M. /Pint E.M., Romanenko I.I., Elichev K.A. Rezul'taty issledovaniya chitayushchego ustroystva. //Nauchno-teoreticheskiy zhurnal «Vestnik» №1. - Belgorod: Izd. BGTU im. V.G. Shukhova, 2014,-s.182.