КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ И. АРАБАЕВА

КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ И. РАЗЗАКОВА

Диссертационный совет Д 05.18.584

На правах рукописи
УДК

КУДАКЕЕВА ГУЛИДА МАДАНБЕКОВНА

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ РАСПОЗНОВАНИЯ ЗРИТЕЛЬНЫХ ОБРАЗОВ

05.13.06 – автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Бишкек – 2020

Работа выполнена на кафедре автоматического управления Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова

Научный руководитель: **Батырканов Жениш Исакунович,** доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Автоматическое управление» Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова

Официальные оппоненты:

Ведущая организация:

Ученый секретарь
диссертационного совета
к.т.н., доцент Исраилова Н. А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертации. На сегодняшний день проблема широкого и глубокого внедрения новых информационных технологии в различные сферы человеческой деятельности наталкиваются на трудности, связанные с отсутствием эффективных систем автоматического общения человека и компьютера. В первую очередь, это касается автоматического ввода рукописных текстов и другой визуальной информации. В связи с этим проблема разработки новых эффективных методов распознавания компьютером рукописных текстов, особенно на кыргызском алфавите, является актуальной задачей, как в теоретическом, так и практических аспектах.

В последнее время Кыргызстан, как горная страна подвержена действию многих разрушительных природных катастрофических явлений, таким, как: землетрясенье; оползни; сели; лавины; камнепады на горных дорогах и другим катастрофическим явлениям.

Из-за глобального потепления, смешения магнитной оси Земли, неконтролируемого человеческого воздействия на природу, вышеотмеченные катастрофические явления стали происходит чаще. Кыргызстан несет огромный экономический и экологический ущерб от этих явлений.

Чтобы уменьшить экономический ущерб, минимизировать человеческие жертвы нужно вести прогнозирование возникновения этих катастрофических явлений на тех или иных территориях. Для осуществления прогнозирования нужно вести мониторинг и распознавания этих природных явлений на исследуемых территориях. В связи с отсутствием на сегодняшний день в Кыргызстане соответствующих систем распознавания и мониторинга вышеописанных природных явлений стоит, в первую очередь, очень актуальная задача разработки алгоритмов распознавания природных катастрофических явлений.

В связи с вышеперечисленными моментами в данной диссертации рассматриваются актуальные задачи разработки новых эффективных методов, алгоритмов распознавания: алгоритмов распознавания рукописных текстов; алгоритмов распознавания природных катастрофических явлений.

Связь темы диссертации с крупными научными программами (проектами) и основными научно-исследовательскими работами. Работа выполнена в Кыргызском государственном техническом университете им. И. Раззакова в рамках госбюджетных НИР Университета и научных грантов МО и Н КР в 2016-2020 гг.

Цель и задачи исследования. Целью диссертационной работы является разработка алгоритмов компьютерного распознавания рукописных текстов и распознавания природных катастрофических явлений (оползень, лавины, пожары, сели и.т.д.).

Задачи исследования:

Основными задачами диссертационного исследования являются следующие научно-прикладные задачи, которые имеют для Кыргызстана важное эколого-экономическое значение:

- Разработка эффективных алгоритмов компьютерного распознавания рукописных текстов, в том числе и на кыргызском языке;
- Разработка автоматического компьютерного распознавания катастрофических природных явлений на исследуемых территориях. Для Кыргызстана решение данной задачи имеет важное эколого-экономическое значение.

Научная новизна работы:

- Разработаны структуры систем распознавания рукописных текстов;
- Разработана структура системы распознавания природных катастрофических явлений;
- Разработаны алгоритмы распознавания рукописного теста, при этом впервые разработан алгоритм распознавания для рукописных текстов на кыргызском языке;
- Разработаны алгоритмы распознавания природных катастрофических явлений.

Практическая значимость полученных результатов.

Разработанные алгоритмы и программы распознавания рукописных текстов на кыргызском алфавите имеет важное значение для построения новых информационных систем.

Разработанные алгоритмы и программы для распознавания природных катастрофических явлений имеет важное практическое значение для Кыргызстана, так как они позволят существенно снизить эколого-экономические потери от действия природных катастрофических явлений.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

- Разработанные алгоритмы и программы компьютерного распознавания рукописных текстов.
- Разработанный алгоритм, доведенный до конкретных компьютерных программ автоматического компьютерного распознавания природных катастрофических явлений по фотоснимкам снятым до и после катастрофического явления.

Личный вклад соискателя. Все научно-технические результаты работы получены диссертантом под руководством научного руководителя.

В опубликованных работах, в соавторстве с научным руководителем, постановка задач и общий подход исследований принадлежит научному руководителю, конкретная процедура распознавания и разработанные прикладные программы принадлежат диссертанту.

Апробация результатов диссертации. Результаты диссертационной работы докладывались на следующих международных симпозиумах, республиканских, межвузовских конференциях:

- Участие в Международной научно-практической конференции «Алдамжаровские чтения – 2019», посвященной памяти академика Зулхарнай Алдамжар.
- Участие во II конференции посвященной к Дню риска бедствий в Кыргызской Респбулике. Мероприятие организованное Министерством чрезвычайных ситуации Кыргызской Республик
- международной телеконференции, 2018-2020 гг. (МГУ им. Н.П. Огарева, МЭИ и КГТУ им. И. Раззакова).
- в ежегодных научно-технических конференциях молодых учёных аспирантов и студентов КГТУ им. И. Раззакова, 2015-2020гг.

Полнота отражения результатов диссертации в публикациях. Основное содержание диссертации опубликовано в 23х работах.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, трёх глав, приложения, и списка литературы. Объем диссертации составляет 105 страниц машинописного текста, включая 30 рисунков и 1 таблицу, список литературы из 115 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе диссертации проведен анализ современного состояния существующих алгоритмов распознавания. Отмечены достоинства и недостатки рассматриваемых алгоритмов и методов распознавания. В конце главы сформулирована постановка задач исследований в диссертационной работе.

В этой главе, проведён критически анализ работ известных учёных: А. Тьюринга; Джон Фон Неймана, Ференца Розенблата; У.Р. Эшби; У. Мак-Каллока; Ч.Пите; Ма́рвин Ли Ми́нского; А.А. Маркова; В.М. Глушкова; Я.З. Цыпкина; С.В. Емельянова; Д.А.Паспелова и других.

Кроме анализа работ вышеназванных учёных проведён анализ работ известных - учёных Кыргызстана и Казакстана: М.Ф. Баймухамедова; Б.Х. Айтчанова; С.Ф. Ахметова, В.П. Живоглядова; Ж.Шаршеналиева; У.Н. Бримкулова; Т.Т. Оморова; Ж.И. Батырканова и других.

Произведённый анализ современного состояния проблемы распознавания позволяет сделать следующее выводы:

- решение проблемы распознавания рукописных текстов наталкиваются на трудности, связанные на большое количество разных алфавитов;
- проблемы, возникающие из-за большого количества разновидностей почерка;
- на сегодняшний день нам неизвестны работы, посвященные разработке алгоритмов распознавания рукописных текстов на кыргызском алфавите;
- большинство разработанных программ распознавания работает в интерактивном режиме;
- в последнее время Кыргызстан, как горная страна подвержена действию многих разрушительных природных катастрофических явлений, таким, как: землетрясенье; оползни; сели; лавины; камнепады на горных дорогах и другим катастрофическим явлениям.
- из-за глобального потепления, смешения магнитной оси Земли, неконтролируемых человеческих воздействий на природу, вышеотмеченные катастрофические явления стали происходит чаще, Кыргызстан несет огромный экономический и экологический ущерб от этих явлений.
- разработанные системы распознавания природных катастрофических явлений имеют недостатки, связанные с достаточно ограниченной точностью распознавания и высокой стоимостью разработанных систем распознавания.

Чтобы уменьшить экономический ущерб, минимизировать человеческие жертвы нужно вести прогнозирование возникновения этих катастрофических явлений на тех или иных территориях. Для

осуществления прогнозирования нужно вести мониторинг и распознавания этих природных явлений на исследуемых территориях. В связи с отсутствием на сегодняшний день в Кыргызстане соответствующих систем распознавания и мониторинга вышеописанных природных явлений стоит, в первую очередь, очень актуальная практическая задача разработки алгоритмов распознавания природных катастрофических явлений на исследуемых территориях Кыргызстана.

В связи с вышеперечисленными моментами в данной диссертации рассматриваются актуальные задачи разработки новых эффективных методов, алгоритмов распознавания: алгоритмов распознавания рукописных текстов; алгоритмов распознавания природных катастрофических явлений.

Вторая глава "**Распознавание рукописного текста**" посвящена вопросу разработки алгоритмов распознавания рукописных текстов как на русском алфавите, также и на алфавите кыргызского языка. Предлагаемые алгоритмы основаны на применении базы эталонных образов и процедуры обучения. Приведены результаты апробации разработанных алгоритмов на модельных примерах.

Объект исследования:

Алгоритм распознавания рукописного текста как на русском алфавите, а также на кыргызском алфавите.

Предметом исследования являются алгоритмы распознавания рукописного текста. В данной работе описывается подход к распознаванию зрительных образов на основе использования эталонных образов и обучения. Описывается также, структура системы распознавания зрительных образов. Предлагаемый алгоритм распознавания основывается на вычислении эвклидовой разности распознаваемых образов и двоичных эталонных образов, которые хранятся в базе компьютера. Тот эталонный двоичный образ, для которого получилась минимальная величина эвклидовой разности, и определяет тот класс объекта, к которому принадлежит предъявленный образ для распознавания.

Ниже нами предлагается следующая структура системы распознавания зрительных образов (рис.1.)

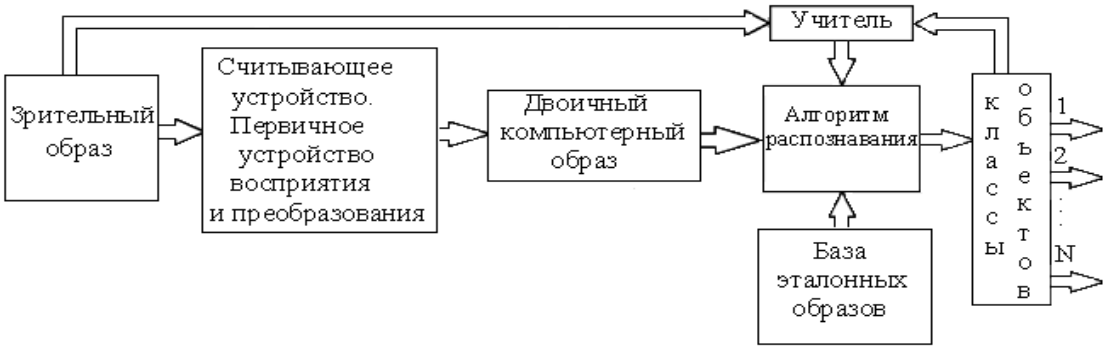

Рис. 1. Структурная схема системы распознавания

Система распознавания работает следующим образом: зрительный образ предъявляется считывающему устройству, считывающее устройство переводит зрительный образ в двоичный компьютерный образ.

В качестве считывающего устройства могут служить: сканирующее устройство, цифровой фотоаппарат, смартфон, рецепторная матрица и другие специальные устройства. Двоичный образ далее последовательно сравнивается со всеми двоичными эталонными образами, которые хранятся в памяти компьютера.

Процедура подготовки системы.

В самом начале последовательно на считывающее устройство подается определенное количество эталонных образов первого объекта «А». При предъявлении конкретного образа A^1, активируются определенные ячейки двоичной рецепторной матрицы. Активацию ячеек матрицы, можно представить в виде конкретной числовой матрицы. Имеем числовую матрицу типа

$$A = \begin{pmatrix} a_{11}^1 & a_{12}^1,...a_{1N}^1 \\ a_{21}^1 & a_{22}^1,...a_{2N}^1 \\ a_{M1}^1 & a_{M2}^1,...a_{MN}^1 \end{pmatrix}, \qquad (1)$$

где $a_{ij}^1 = \begin{cases} 0, \\ 1. \end{cases}$

Далее, предъявляется образ A^2 объекта «А» и так и до последнего возможного образа A^L объекта «А». Вся это совокупность образов $A^1, A^2,..., A^L$ объекта «А» записывается при помощи учителя в память компьютера, как база данных двоичных эталонных образов объекта «А». Вся вышеописанная процедура повторяется для всех объектов В,… ,С. В итоге, в компьютере создается база данных эталонных образов объектов А, В,…, С

$$A=\{A^1, A^2,\ldots, A^L\},$$
$$B=\{B^1, B^2,\ldots, B^P\},$$
$$C=\{C^1, C^2,\ldots, C^M\}. \qquad (2)$$

После этапа обучения система готова к распознаванию предъявленных образов.

Алгоритмы распознавания.

Предлагается два варианта алгоритма распознавания.

1-й вариант алгоритма распознавания.

Процедура классификации, т.е. отнесение предъявленного образа к тому или иному объектов происходит по следующей схеме.

При предъявлении рецепторной матрице, например, образа «Х» в компьютере образуется числовой образ в виде матрицы

$$x = \begin{pmatrix} X_{11} & X_{12},...X_{1N} \\ X_{21} & X_{22},...X_{2N} \\ X_{M1} & X_{M2},...X_{MN} \end{pmatrix} \qquad (3)$$

Чтобы отнести образ «X» к тому или иному классу объектов A, B,…C, осуществляется процедура последовательного вычисления Эвклидовой нормы разностей матрицы «X» со всеми матрицами

$A^1, A^2, ..., A^L, B^1, ..., C^1, ..., C^M$, которые хранятся в базе эталонных образов объектов A, B, … C. Удобно норму вычислять в виде Эвклидовой нормы разностей матрицы (2.1), (2.2), (2.3) в виде

$$\|X - A^K\| = \left(\sum_i \sum_j \left(X_{ij} - a_{ij}^K\right)^2\right)^{1/2} \quad (4)$$

Среди этого множества (4) существует одна минимальная норма, пусть, например, минимальная норма разностей будет для образа B^S

$$\|X - B^S\| = \left(\sum_i \sum_j \left(X_{ij} - в_{ij}^s\right)^2\right)^{1/2} \quad (5)$$

Тогда компьютер активирует выход «B» выходного слоя, это говорит о том, что предъявленный образ «X» относится к объекту «B».

Описанный алгоритм классификации (распознавания) работает не только в случаях, когда матрица «X» совпадает с одним из $A^1, ..., C^M$ но и работает в тех случаях когда «X» не совпадает ни с одним из них. Но и здесь, согласно «принципа близости», классификация проходит успешно. Суть «принципа близости» в теории распознавания заключается в том, что образы для одного и того же объекта в пространстве признаков расположены близко друг к другу.

2-й вариант алгоритма распознавания.

Для этого алгоритма все матрицы $A^1, A^2, ...A^L B^1 ...C^1 ...C^M, X$ переводятся в векторную форму, например, в виде

$$\bar{X} = (X_{11}, X_{12} \dots X_{1N}, X_{21}, \dots, X_{2N}, \dots X_{M1}, \dots X_{MN})^T.$$

Далее осуществляется вычисление скалярных произведений вектора $\overline{X}$ со всеми векторами $\overline{A^1}, ..., \overline{C^M}$.

Скалярное произведение вектора изображения $\overline{X}$ на вектора эталонов $\overline{A^1}, ..., \overline{C^M}$,

характеризует их сходство, при этом изображение «X» относят к тому классу эталонов, для которого одно скалярное произведение среди $\left(\overline{X}, \overline{A^1}\right), \dots \left(\overline{X}, \overline{C^M}\right)$ дало максимальное значение.

Для более точной достоверной работы распознающего устройства необходимо увеличивать количество ячеек рецепторной матрицы, а также увеличивать базу эталонных образов распознаваемых объектов. Это необходимо, более точно отображать двоичный цифровой образ распознаваемых объектов.

База эталонных образов - совокупность образцов в рамках классифицирующих признаков

Основной составляющей системы распознавания является база эталонных образов. Своего рода огромная библиотека, состоящая из всех букв алфавита. Т.к. в мире существует огромное количество почерков, не говоря

уже о количестве языков, эта база должна хранить в себе всевозможные варианты написания каждой буквы. Машина не обладает способностью распознавать почерк, как это делает человек на интуитивном уровне и также, основываясь на свой огромный опыт. Поэтому и существует эта база, которая помогает распознавать текст или слово, разбивая его на буквы и рассматривая каждую букву отдельно.

Также база эталонных образов способна постоянно пополнять эталоны, бесконечно запоминая написания букв различных подчерков, чем совершенствует процесс распознавания.

Эталоны хранятся в базе в виде матриц, состоящих из 1 и 0. Размерность матриц для примера была взята 10x10. Действует очень важное правило, что чем больше размерность матрицы, тем лучше очерчена линия написания эталона.

В третьей главе “**Распознавание природных катастрофических явлений**” приведены результаты собственных исследований и их обсуждение, рассматривается применение разработанного алгоритма распознавания природных катастрофических явлений к некоторым практическим задачам, возникающим на территории Кыргызстана. В диссертации предлагается новый подход распознавания природных катастрофических явлений на основе использования цветного геоинформационного зрительного образа.

Суть подхода заключается в попиксельно сравнении геоинформационных цветных образов до и после катастрофических явлений.

Цветной геоинформационный образ получается на основе наложения на геоинформационную карту исследуемой территории цветного фотоснимка.

Геоинформационная карта – это оцифрованная территория в определенном формате.

Для наложения цветного фотоснимка (которая может быть в бумажном и электронных видах) используются различные считывающие устройства: такие как цветной сканер, цифровой фотоаппарат и т.д.

После процедуры наложения цветной геоинформационный образ далее переводится в компьютер в виде двоичного цифрового кода.

В последующем процедура распознавания заключается попиксельном сравнении цветных геоинформационных образов полученных до и после катастрофического явления. Если процедура сравнения показывает на достаточно большое расхождение – это означает, что произошло катастрофическое явление в исследуемой территории.

Результатом данных исследований является разработка методики распознавания природных катастрофических явлений по фотоснимкам снятым до и после катастрофических явлений.

В последние годы во всех развитых странах ведутся большие мероприятия по устранению результатов природных катастрофических явлений. Важное место в этих мероприятиях занимают вопросы выявления точного месторасположения произошедших катастроф. Для этого используются геоинформационные карты исследуемых территорий и соответствующие системы распознавания.

Нами предлагается, в отличие от существующих, следующая структура распознавания природных катастрофических явлений.

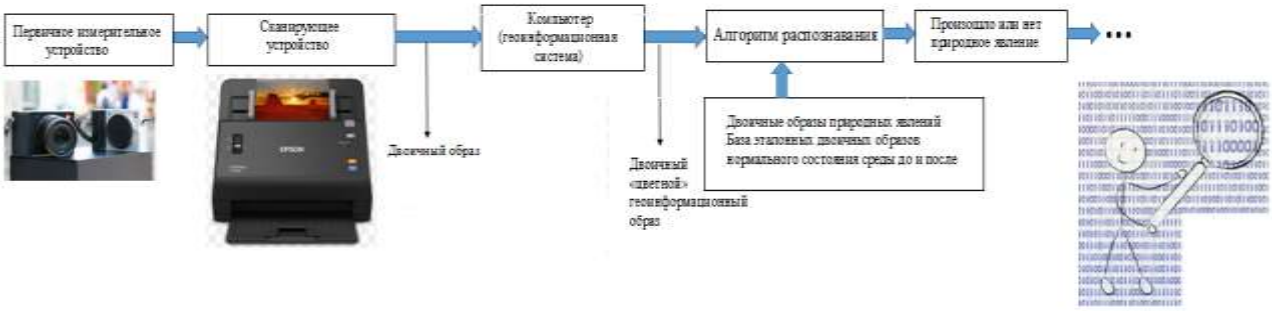

Рис. 2. Общая структура распознавания природных катастрофических явлений

Система распознавания работает следующим образом.

Зрительный образ предъявляется считывающему устройству, считывающее устройство переводит зрительный образ в двоичный компьютерный образ. В качестве считывающего устройства могут служить: сканирующее устройство, цифровой фотоаппарат, смартфон. Далее двоичный образ накладывается на геоинформационную карту исследуемой территории в итоге получается цветной геоинформационный образ исследуемой территории.

Рис. 3. Геоинформационный образ

Далее, полученный геоинформационный цветной образ сравнивается с геоинформационным образом полученной до катастрофы. При этом, предлагается различные алгоритмы распознавания наличия или отсутствия

произошедшего катастрофического явления на этой территории. Если геоинформационные цветные образы, которые поступают со сканера через компьютер и геоинформационный образ нормального состояния, который хранится в базе данных совпадают, то природного катастрофического явления не произошло. Если же эти геоинформационные образы имеют большое расхождение, то это указывает на факт, что произошло катастрофическое явление. При этом каждое природное явление имеет свои спектральные характеристики (двоичные «цветные» образы). Процедура сравнения осуществляется по пиксельно.

Все многообразие красок на экране получается путем смешивания трех базовых цветов: красного, синего, зеленого. В таблице 1 представлены двоичные коды восьми цветной палитры. Каждый пиксель на экране состоит из трех близко расположенных элементов, светящихся этими цветами.

Таблица 3.1

Двоичный код восьми цветной палитры			
красный	зеленый	синий	Цвет
0	0	0	Черный
0	0	1	Синий
0	1	0	Зеленый
0	1	1	Голубой
1	0	0	Красный
1	0	1	Розовый
1	1	0	Коричневый
1	1	1	Белый

Пиксел - наименьший адресуемый элемент растрового изображения, неделимая точка в графическом изображении. Характеризуется прямоугольной формой и размерами, определяющими пространственное разрешение изображения.

Растровые изображения напоминают лист клетчатой бумаги, на котором любая клетка закрашена каким-либо цветом, образуя в совокупности рисунок (bitmap).

Распознавание природных катастрофических явлений

Важное место в мероприятиях по устранению результатов природных катастрофических явлений занимают вопросы выявления точного месторасположения произошедших катастроф. Для этого используются геоинформационные карты исследуемых территорий и соответствующие системы распознавания.

Процедура классификации, т.е. отнесения предъявленного образа к тому или иному классу объекту происходит по следующему алгоритму. При предъявлении воспринимающей матрице образа X в компьютере образуется числовой образ в виде матрицы (1):

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{1n} \\ x_{m1} & x_{mn} \end{pmatrix}, \qquad (1)$$

В компьютере хранятся все эталонные образы рассматриваемых классов A, B, C, ... в виде соответствующих двоичных матриц. Классы объектов отличаются друг от друга определяющими признаками. Объекты одного класса имеют (характеризуются) одинаковые определяющие признаки. Двоичные образы объектов класса A, B,…:

$$A^1 = \begin{pmatrix} a_{11}^1 & a_{1n}^1 \\ a_{m1}^1 & a_{mn}^1 \end{pmatrix}, \ldots \quad A^S = \begin{pmatrix} a_{11}^S & a_{1n}^S \\ a_{m1}^S & a_{mn}^S \end{pmatrix} \ldots, \qquad (2)$$

$$B^1 = \begin{pmatrix} b_{11}^1 & b_{1n}^1 \\ b_{m1}^1 & b_{mn}^1 \end{pmatrix}, \ldots B^S = \begin{pmatrix} b_{11}^S & b_{1n}^S \\ b_{m1}^S & b_{mn}^S \end{pmatrix} \ldots \qquad (3)$$

и.т.д.

Для определения того к какому классу объектов относится образ “X” производится вычисление эвклидовой разности матрицы “X” и A^1, … A^S…, B^1, …B^S... по формулам:

$$\|X - A^S\| = \sum_{i,j}^{n,m} \left(a_{i,j}^S - X_{i,j}\right)^2, \qquad (4)$$

$$\|X - B^S\| = \sum_{i,j}^{n,m} \left(b_{i,j}^S - X_{i,j}\right)^2, \qquad (5)$$

Принадлежность образа “X” к тому или иному классу определяется путем нахождения минимального значения из (4), (5) если например:

$$\|X - B^K\| = \sum_{i,j}^{n,m} \left(b_{i,j}^K - X_{i,j}\right)^2 \dot{\Rightarrow} \ min$$

Дает минимум среди (A1,… AS, B1,…BS), то система распознает, что образ “X” относится к классу “B”.

Классы - это множество объектов которые имеют одинаковые характеристики, определяющие признаки. Например: класс лавины, класс оползни.

Лавины – это сход снежной массы с горных территорий. Оползни – это сход земляного грунта по наклонной поверхности.

а) *б*)

Рис. 4. Фотоснимки: *а* – до схождения оползня, *б* – после схождения оползня

Полученные снимки были разделены на пиксели в матрицу размерности 10×10.

A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0010	0010	0010	0010	0000	0010	0110	0110	0000	0110
2	0010	0010	0010	0010	0010	0010	0110	0110	0110	0010
3	0010	0010	0010	0010	0010	0010	0010	0110	0110	0110
4	0000	0010	0010	0000	0110	0010	0110	0010	0010	0110
5	0000	0010	0010	0000	0010	0110	0000	0000	0000	0010
6	0010	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0010
7	0000	0000	0000	0000	0010	0010	0010	0000	0010	0010
8	0010	00100	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0010
9	0000	0000	0010	0010	0010	0000	0000	0000	0000	0010
10	0010	0010	0010	0010	0010	0000	0000	0000	0000	0000

A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0010	0010	0010	0000	0010	0110	0010	0110	0010	0110
2	0010	0010	0010	0010	0100	0100	0110	0110	0010	0110
3	0010	0010	0010	0010	0010	0100	0100	0110	0010	0110
4	0010	0010	0010	0010	0010	0010	0100	0100	0110	0110
5	0010	0010	0010	0010	0010	0010	0100	0100	0010	0110
6	0010	0110	0010	0110	0010	0010	0100	0100	0010	0110
7	0110	0110	0010	0010	0010	0010	0100	0110	0010	0110
8	0110	0110	0110	0100	0100	0100	0100	0010	0110	0010
9	0110	0110	0100	0100	0001	0001	0001	0001	0110	0010
10	0010	0010	0010	0010	0001	0001	0011	0001	0011	0010

Рис. 3. Попиксельное нахождение схожих цветов двух снимков

После чего произведено попиксельное сравнение двух снимков на основе Эвклидовой разности, которая вычисляется в программе, созданной в PYTHON.

Программа сравнивает два снимка, вычисляет разность и создает третью матрицу, которая показывает наличие произошедшей катастрофы. Если эвклидова разность достаточно мала, то катастрофическое явление не произошло.

Распознавание природного явления на реальном примере оползня в селе Курбу-Таш

Ниже приведен пример сравнения двух фотоснимков катастрофических явлений, произошедших в селе Курбу-Таш Узгенского района Ошской области, который был снят американским космическим агентством NASA в 2017 г.

Были взяты два снимка – до и после схождения оползня (см. рисунок 5).

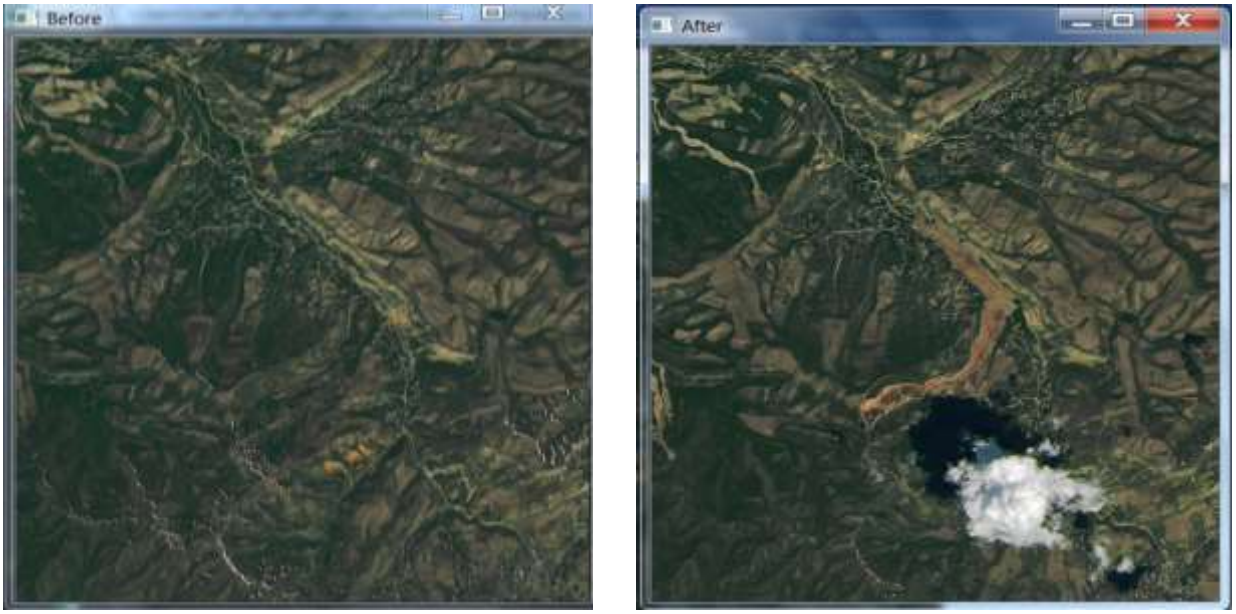

Рис.5. (а,б) - Изображения природной местности до и после оползня

Для сравнения фотографий и, соответственно, распознавания природного явления программа, после занесения изображений в базу данных, переводит изображения в массивы. Затем происходит непосредственное сравнение элементов двух массивов. После сравнения одинаковые пиксели соединяются линией.

Рис. 6. - Результат сравнения

Произведя подсчет схожих элементов, и суммируя их, программа выводит процентное соотношение сходства двух изображений. В нашем случае сходство двух фотографий до и после оползня равно 14.30 %, а это говорит о том, что природное явление произошло.

```
Сходство:  14.307645072152287
Природные явление произошло
```

Данная программа сравнивает относительно одинаковые две фотографии до катастрофического явления и после него. По итогам сравнения он дает нам либо положительный, либо отрицательный ответ. Но мы должны учитывать, что распознавание изображений местности является крайне сложным процессом. Это все обусловлено тем, что природа меняется по изменению времени года. Если мы хотим получить более точный результат, мы должны использовать фотографии, которые были сделаны в одно и тоже время года. Ведь фотография, сделанная летом и фотография этой же местности, сделанная зимой будет сильно отличаться друг от друга. Также следует учитывать время суток.

С помощью модельного примера показывается, как в общих чертах работает программа. Путем сравнения двух имеющихся изображений поверхности земли (например: до оползня и после) мы определим, произошел оползень, пожар и.т.д. и в какой местности. Сравнение и вывод будет производиться по процентному соотношению цветов, присутствующих на снимках. В последующем полученный процент цвета будет сравниваться, из чего будет сделан вывод: произошли изменения или нет.

ВЫВОДЫ

В результате диссертационных исследований:

- Проведен сравнительный анализ существующих систем распознавания рукописных текстов. Отмечены области применения и недостатки.
- Разработан алгоритм распознавания рукописного текста в русском алфавите.
- В виду отсутствия алгоритмов распознавания рукописных текстов на кыргызском алфавите, впервые, диссертантом и научным руководителем разработан алгоритм распознавания рукописных текстов, представленных на кыргызском алфавите.
- Разработана структура системы распознавания природных катастрофических явлений;
- Разработан алгоритм распознавания природных катастрофических явлений который основан на сравнении двоичных образов фотоснимков до катастрофического явления и после катастрофического явления.
- В приложениях приведены соответствующие программы распознавания рукописных текстов и природных катастрофических явлений.

Автор выражает глубокую признательность и благодарность научному руководителю доктору технических наук, профессору Батырканову Женишу Исакуновичу за постановку задач, постоянное внимание к работе в виде консультации и обсуждения результатов.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:

1. **Батырканов Ж. И.** Один подход распознавания зрительных образов на основе обучения [Текст] / Ж. И. Батырканов, Г. М. Кудакеева // Изв. Кырг. гос. техн. ун-та им. И. Раззакова. – 2013. – № 29. – С. 213 -216.
2. **Батырканов, Ж. И.** Экспертные обучающие системы [Текст] / Ж. И. Батырканов, Г. М. Кудакеева // Материалы 53-й Междунар. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов / КГТУ им. И. Раззакова. – Бишкек, 2011. – С. 113-121.
3. **Боскебеев К. Дж.** Фреймовая модель в интеллектуальных обучающих системах [Текст] / К.Дж. Боскебеев, Г.М. Кудакеева // Изв. Кырг. гос. техн. ун-та им. И. Раззакова. – 2012. – № 27. – С. 128 -133.
4. **Батырканов Ж. И.** О семантико-фреймовой модели представлении знаний в обучающих интеллектуальных системах [Текст] / Ж.И. Батырканов, Г.М. Кудакеева // Изв. Кырг. гос. техн. ун-та им. И. Раззакова. – 2013. – № 30. – С. 156 -158.
5. **Батырканов Ж. И.** Интеллектуальные системы управления слабо формализованными процессами с помощью модели нечетких множеств [Текст] / Ж. И. Батырканов, Г. М. Кудакеева // Вестн. науки Кустан. социал.-техн. ун-та им. З. Алдамжар. – 2013. – № 3. – С. 21-28.
6. **Батырканов Ж. И.** О семантико-фреймовой модели представлении знаний в обучающих интеллектуальных системах [Текст] / Ж. И. Батырканов, Г. М. Кудакеева // Вестн. науки Кустан. социал.-техн. ун-та им. З. Алдамжар. – 2014. – № 1. – С. 21-28.
7. **Батырканов Ж. И.** Нейронный подход к решению задачи распознавания образов [Текст] / Ж.И. Батырканов, Г.М. Кудакеева // Изв. Кырг. гос. техн. ун-та им. И. Раззакова. – 2014. – № 31. – С. 13 -15.
8. **Батырканов Ж. И.** Один подход распознавания зрительных образов на основе обучения [Текст] / Ж. И. Батырканов, Г. М. Кудакеева // Вестн. науки Кустан. социал.-техн. ун-та им. З. Алдамжар. – 2015. – № 1. – С. 26-30.
9. **Батырканов Ж. И.** Подход распознавания зрительных образов на основе эталонов и обучения [Текст] / Ж. И. Батырканов, Г. М. Кудакеева // Изв. Кырг. гос. техн. ун-та им. И. Раззакова. – 2015. – № 34. – С. 11-15.
10. **Батырканов Ж. И.** Подход распознавания зрительных образов на основе эталонов и обучения [Текст] / Ж. И. Батырканов, Г. М. Кудакеева, Ж.Ж. Субанкулова // Вестн. науки Кустан. социал.-техн. ун-та им. З. Алдамжар. – 2016. – № 1. – С. 29-34.
11. **Batyrkanov Zh.** Recognition approach of visual images based on standards and training [Text] / Zh. Batyrkanov, G. Kudakeeva, S. Subankulova //

The international J. of Engineering and Science. – 2016. – Vol. 5, Iss. 11. – P. 16-21.

12. **Батырканов Ж. И.** Распознавание зрительных образов [Текст] / Ж. И. Батырканов, Г. М. Кудакеева, Ж. Ж. Субанкулова // Вестн. Мордов. ун-та. – 2017. – № 15. – С. 1-4.

13. **Батырканов Ж. И.** Распознавание зрительных образов [Текст] / Г. М. Кудакеева // Изв. Кырг. гос. техн. ун-та им. И. Раззакова. – 2017. – № 2. – С. 141-144.

14. **Батырканов Ж. И.** Распознавание зрительных образов [Текст] / Ж. И. Батырканов, А. Асиев, Г. М. Кудакеева // Изв. Кырг. гос. техн. ун-та им. И. Раззакова. – 2017. – № 4 (44). – С. 358-364.

15. **Батырканов Ж. И.** Проблемы и подходы к распознаванию объектов в задачах обработки аэрокосмических снимков [Текст] / Ж. И. Батырканов, Г. М. Кудакеева // Вестн. Мордов. ун-та. – 2018. – № 13. – С. 1-7

16. **Кудакеева Г. М.** Разработка системы контроля доступом на основе RFID-модуля [Текст] / Г. М. Кудакеева, А. С. Бурлакова, А..М. Сатыгулова, Н. Суйунбаев // Материалы 60-ой Междунар. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов / КГТУ им. И. Раззакова. – Бишкек, 2008. – С. 124-131.

17. **Батырканов Ж. И.** Распознавание зрительных образов [Текст] / Ж. И. Батырканов, Г. М. Кудакеева, В.В. Падалкин // Вестн. науки Кустан. социал.-техн. ун-та им. З. Алдамжар. – 2018. – № 1. – С. 31-39.

18. **Батырканов Ж. И.** Проблемы и подходы распознавания объектов в задачах обработки аэрокосмических снимков [Текст] / Ж. И. Батырканов, Г. М. Кудакеева, Ж. Ж. Субанкулова // Вестн. науки Кустан. социал.-техн. ун-та им. З. Алдамжар. – 2018. – № 1. – С. 11-24.

19. **Батырканов Ж. И.** Распознавание природных катастрофических явлений [Текст] / Ж. И. Батырканов, Ж. А. Абакирова, Г. М. Кудакеева // МАТЕРИАЛЫ Международной научно-практической конференции «Алдамжаровские чтения - 2019», посвященной памяти академика Зулхарнай Алдамжар. – 2019. – № 1 – С. 10-17.

20. **Батырканов Ж. И.** Мониторинг природных явлений и распознавание по фотоснимкам на территории Кыргызской Республики [Текст] / Ж. И. Батырканов, А. К. Калчороев, Г. М. Кудакеева // Материалы III Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей. – Москва, 2019. – С. 89-95.

21. **Батырканов Ж. И.** Распознавание природных катастрофических явлений [Текст] / Ж. И. Батырканов, Г. М. Кудакеева // Изв. Кырг. гос. техн. ун-та им. И. Раззакова. – 2019. – № 3 (51). – С. 60-69.

22. **Батырканов Ж. И.** Алгоритм распознавания зрительных образов [Текст] / Ж. И. Батырканов, Г. М. Кудакеева, Жениш Гульназ // Вестн. науки Кустан. социал.-техн. ун-та им. З. Алдамжар. – 2020. – № 1. – С. 89-95.

23. **Кудакеева Г. М.** Алгоритм распознавания зрительных образов [Текст] / Г. М. Кудакеева, Н. Э. Табылдиева, Е.Ю. Тереньтева // Изв. Кырг. гос. техн. ун-та им. И. Раззакова. – 2020. – № 3. – С. 112-114.

05.13.06 – технологиялык жана өндүрүштүк процесстерди автоматташтыруу жана башкаруу адистиги боюнча, техника илимдеринин кандидатынын илимий даражасын изденип алуу үчүн, Кудакеева Гулида Маданбековнанын “Визуалдык сүрөттөрдү таануу алгоритмин иштеп чыгуу” аттуу темасындагы аткарылган диссертациясынын

РЕЗЮМЕСИ

Негизги сөздөр: сүрөт, объект, алгоритм, кырсык, географиялык маалымат тутуму, сактоо, иштетүү, маалыматтарды тандоо, таануу, пиксел, географиялык маалымат картасы, мониторинг, шилтеме сүрөтү.

Изилдөө объектиси: объектинин траектордук кыймылынын башкаруу системи.

Изилдөөнүн предмети: кол жазманы таануу, табигый кырсыктарды таануу.

Диссертациялык иштин максаты: Евклиддик айырмачылыктын негизинде визуалдык сүрөттөрдү таануу алгоритми.

Изилдөөнүн усулдары жана аппаратурасы: Таануу алгоритмдерин иштеп чыгууда алынган сүрөттөр салыштырылган сүрөттөрдүн эталондук базасы колдонулат.

Алынган жыйынтыктар жана алардын жаңылыгы: кол менен жазылган текстти жана табигый апаат кубулуштарын таануу тутумдарынын түзүмдөрү иштелип чыккан. Кол менен жазылган тестти таануу алгоритмдери иштелип чыкса, биринчи жолу кыргыз тилиндеги кол менен жазылган текстерди таануу алгоритми иштелип чыкты. Табигый апаат кубулуштарын таануунун алгоритмдери иштелип чыккан.

Колдонуу боюнча сунуш кылуулар: Изилдөөнүн натыйжаларын Кыргыз Республикасынын Өзгөчө кырдаалдар министрлиги табигый катастрофалык окуялар менен иштөөдө кеңири колдонсо болот. Алынган натыйжалар "Интеллектуалдык башкаруу тутумдары" курсу боюнча лабораториялык базаны ишке ашырууда жана И. Раззаков атындагы КМТУнун окуу процессиндеги лекцияларда колдонсо болот.

Колдонуу аймагы: изилдөөнүн натыйжалары жаратылыш кубулуштарын алдын алууда жана кол менен жазылган текстерди таануда кеңири колдонулушу мүмкүн.

РЕЗЮМЕ

диссертации Кудакеевой Гулиды Маданбековны на тему: «Разработка алгоритмов распознавания зрительных образов» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

Ключевые слова: образ, объект, алгоритм, катастрофа, геоинформационная система, хранение, переработка, отбор данных, распознавания, пиксель, геоинформационная карта, мониторинг, эталонный образ.

Объект исследования: распознавание рукописного текста, распознавание природных катастрофических явлений.

Предмет исследования: Алгоритм распознавания зрительных образов на основе Эвклидовой разности.

Цель работы: разработка алгоритмов компьютерного распознавания рукописных текстов и распознавания природных катастрофических явлений (оползень, лавины, пожары, сели и.т.д.)

Методы исследования и аппаратура: При разработке алгоритмов распознавания применяется база эталонных образов, с которыми сравниваются поступившие образы.

Полученные результаты и их новизна: разработаны структуры систем распознавания как рукописного текста, так природных катастрофических явлений. Разработаны алгоритмы распознавания рукописного теста, при этом впервые разработан алгоритм распознавания для рукописных текстов на кыргызском языке. Разработаны алгоритмы распознавания природных катастрофических явлений.

Рекомендации по использованию: результаты исследований могут широко использоваться в МЧС КР при работе с природными катастрофическими явлениями. Полученные результаты можно использовать при разработке новых информационных систем, при выполнении лабораторной базы по курсу «Интеллектуальные системы управления», а также в лекционных курсах учебного процесса в КГТУ им. И. Раззакова.

Область применения: результаты исследований могут широко использоваться при предотвращении природных явлений и распознавании рукописных текстов.

RESUME

Kudakeeva Gulida Madanbekovna

Dissertation on the theme: "Synthesis control system of the object by trajectory movement" submitted for the scientific degree of candidate technical sciences on specialty 05.13.06 - automation and management of technological processes and production

Keywords: image, object, algorithm, disaster, geographic information system, storage, processing, selection of data, recognition, pixel, geographic information map, monitoring, reference image.

Object of research: handwriting recognition, recognition of natural catastrophes.

Subject of the study: Algorithm for the recognition of visual images based on the Euclidean difference.

Purpose of work: development of algorithms for computer recognition of handwritten texts and recognition of natural catastrophic phenomena (landslide, avalanches, fires, mudflows, etc.).

Methods of research and equipment: when developing recognition algorithms, a base of reference images is used, with which the received images are compared.

The obtained results and scientific novelty: the structures of recognition systems for both handwritten text and natural catastrophic phenomena have been developed. Algorithms for handwriting test recognition have been developed, while for the first time a recognition algorithm for handwritten texts in the Kyrgyz language has been developed. Algorithms for the recognition of natural catastrophic phenomena have been developed.

Recommendations for using: the research results can be widely used by the Ministry of Emergency Situations of the Kyrgyz Republic when working with natural catastrophic phenomena The results obtained can be used in the implementation of the laboratory base for the course "Intelligent control systems", as well as in lecture courses of the educational process at KSTU after named of I. Razzakov.

Area of applying: the research results can be widely used in the prevention of natural phenomena and the recognition of handwritten texts.