

Беззубов И.Д.

*Научный руководитель – к.т.н. Е. Е. Канунова*

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23*

### **Исследование алгоритма восстановления траектории движения пера по изображению символа для распознавания рукописного текста**

В настоящий период на рынке коммерческих программных продуктов существует большое число систем автоматического ввода бумажных документов в компьютер. Большинство из подобных систем умеют весьма высокой точностью определять те разновидности документов, для которых они предусмотрены. Также, ежегодно возникают большое количество статей в изданиях наиболее высочайшего уровня, которые посвящены теме распознавания текстовых данных. Проблема в том, что большая часть ПО накладывает на качество и структуру обрабатываемых документов достаточно жесткие условия. До сих пор не существует систем, имеющих возможность со значительной точностью обрабатывать, к примеру, произвольные чеки не имеющих ограничения на формат чека, опрятность письма и т.п., несмотря на то, что практически любая система справляется со страничкой напечатанного текста либо формой для заполнения личных данных, аккуратно заполненной печатными буквами.

В общественной жизни документы играют большую роль. Они - средства учета материальных ценностей, а также средства, оформляющие их движение между государственными и общественными предприятиями и организациями. С помощью документов закрепляются все хозяйственные правоотношения и материально-денежные операции.

Документы являются как вещественными, так и письменными доказательствами. Своеобразную группу составляют те из них, которые иногда совмещают в себе признаки вещественного и письменного доказательства - так называемые старые документы, т. е. документы, в которых произошли физико-химические изменения материалов письма.

Кроме того, механическое воздействие при длительном пользовании документом приводит его к постепенному обветшанию: на бумаге возникают складки, она мнется, стирается, уменьшается прочность волокон, связь между ними нарушается, т. е. бумага становится вялой, легко рвущейся. Ухудшению качества документов способствует небрежное обращение с ними; в результате этого на них появляются надрывы, затертые и угасшие, а порой смытые или ослабленные копированием записи.

Традиционным источником хранения информации оставался и остается «бумага» и остальные подобные материалы. Однако бумага имеет свойство портиться со временем, желтеет, пачкается, рвется, теряет свои свойства и, в конце концов, может просто рассыпаться. Соответственно информация, которая хранится на бумаге, частично или полностью исчезает. Возможности электронной техники расширяют возможности людей по обработке изображений.

Следовательно, задача распознавания рукописного текста считается актуальной на сегодняшний день. К тому же, можно отметить, что данная задача равно как научная проблема и как информационная технология, находится в росте, вследствие большого интереса к данной области в коммерческих областях, из числа компьютерных компаний, в научном обществе.

На сегодняшний день мы имеем две разные постановки вопросов распознавания символов, отличие которых связано с методом получения изображения. Изображение символа можно получить при сканировании документа, имеющего рукописный текст. В данном случае входной информацией для задачи распознавания считаются матрицы точек, совпадающий с изображением букв, и появляется задача «офф-лайн» распознавания. Альтернативный метод получения изображения - это применение специализированных устройств, например, графический планшет. При этом изображение вносится в память компьютера в процессе написания символов; входной информацией для задачи считаются траектории перемещения пера, представляющие собой последовательности координат пера.

Большая часть существующих методов решения «офф-лайн» задачи распознавания символов включает три основных этапа: предобработка, формирование массива признаков или структурного представления и классификация. Набор признаков формируется по следующим видам данных, полученных на этапе предобработки: бинарная матрица, сглаженный граничный контур и скелет изображения. Такой подход позволил достичь высокой точности распознавания напечатанных и аккуратно написанных символов.

Стили написания произвольных рукописных символов широко варьируются. В отличие от печатных, рукописные символы из одного класса обладают абсолютно разнообразными структурами скелетов, граничные контуры и тем более двоичные матрицы. Данное условие накладывает лимитирование на применение вышеуказанного подхода к распознаванию произвольных рукописных символов.

Цель работы заключается в исследовании алгоритма восстановления траектории движения пера по изображению символа для распознавания рукописного текста по статическому изображению символа.

Основные задачи исследования:

1. Исследование имеющихся методов и систем восстановления траектории пера;
2. Формирование технологии восстановления траектории пера по изображению рукописного символа, обладающей значительной точностью и высокой скоростью обрабатываемости символов;
3. Интеграция высокоточных способов «он-лайн» распознавания с модулем восстановления траектории;
4. Формирование программного комплекса, реализующего разработанную технологию и проведение экспериментов в тестовой базе изображений и траекторий рукописных символов.

Березинец Я.В.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент, декан ФИТ С.А. Щаников  
Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный  
университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, д. 23  
E-mail: berezinec.yaroslav@mail.ru*

### **Разработка нейросетевого модуля прогнозирования отказов оборудования для автоматизированной информационной системы технического обслуживания и ремонта**

Крупной проблемой производственных предприятий в настоящее время является риск выхода из строя технологического оборудования. На многих предприятиях остро стоит проблема высокого уровня износа основных фондов, что влечет за собой увеличивающееся количество отказов оборудования в ходе выполнения заказов. В результате этого, одной из важнейших задач отдела главного механика является проведение мероприятий не только аварийно-ремонтного, но и плано-предупредительного характера с целью уменьшения количества unplanned остановов оборудования и снижение их критичности в случае неизбежного возникновения [1]. На многих предприятиях внедряется методология RCM (Reliability Centered Maintenance), в которой особое внимание уделяется наиболее важному с точки зрения технологического процесса оборудованию и обеспечению его работоспособности (обслуживание по надежности) [2]

В качестве одной из мер снижения риска отказа оборудования на основе теории надежности [3,4], проводятся расчеты ряда параметров, в том числе, вероятностей отказа, средней наработки оборудования между отказами и прочих, которые позволяют спрогнозировать потенциальный отказ оборудования. Соответствующие расчеты по вероятности отказа узлов и сбор статистических данных по ним позволяют определить наиболее уязвимое место оборудования и предпринять предупредительные меры к выявленным отказонеустойчивым узлам. Некоторые узлы оборудования даже при выходе из строя позволяют сохранить оборудование работоспособным, что позволяет не прерывать техпроцесс производства до окончания рабочей смены.

В данном докладе рассматривается создание модуля нейросетевого прогнозирования отказов оборудования для рабочего варианта автоматизированной информационной системы (АИС) технического обслуживания и ремонта (ТОиР) [5] с расчетом параметров для оборудования в целом, без деления на узлы. В дальнейшем, при реализации итоговой системы и полного перехода к нейросетевому моделированию оборудования на основе технологии Digital Twins [6, 7] планируется доработка модуля для работы с различными узлами оборудования, исходя из их специфики и важности при эксплуатации и критичности отказа этого оборудования.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №19-07-01215.

### **Литература**

1. Ящура А.И. Система технического обслуживания и ремонта общепромышленного оборудования: Справочник. – М.:Изд-во НЦ ЭНАС, 2006. – 360 с.
2. TAdviser. RCM (Reliability Centered Maintenance - техническое обслуживание надежности оборудования) [Электронный ресурс] // 2019. URL: [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:RCM\\_\(Reliability\\_Centered\\_Maintenance\\_-\\_техническое\\_обслуживание\\_надежности\\_оборудования\)](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:RCM_(Reliability_Centered_Maintenance_-_техническое_обслуживание_надежности_оборудования)) (дата обращения 28.02.2019)
3. Гнеденко Б. В., Беляев Ю. К., Соловьев А. Д. Математические методы в теории надежности. - М.: Изд-во «Наука», 1965. – 524 с.
4. Рыжаков, В. В. Надежность технических систем и ее прогнозирование. Часть 1. – Пенза : Изд-во Пенз. гос. технол. акад., 2011. – 104 с.

Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23

6. Данилин С.Н., Щаников С.А., Сакулин А.Е. Перспективы применения нейрокомпьютеров для создания цифровых двойников // Нейрокомпьютеры и их применение XVI Всероссийская научная конференция: тезисы докладов. Москва, 2018. С. 143-144.

7. Патрахин В.А. Проактивное обслуживание оборудования как практическая реализация концепции GE Digital Twin// Мир Автоматизации № 2 Июнь 2017. с.64-68

Борданов И.А.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент каф. ПИН С. Н. Данилин  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: bordanov2011@yandex.ru*

### **Определение отказоустойчивости искусственных нейронных сетей на основе мемристоров**

Современным перспективным направлением обработки сигналов в инфокоммуникационных системах является применение вычислительных средств, реализующих нейросетевые алгоритмы (искусственных нейронных сетей – ИНС), позволяющих достичь значительно более высоких результатов при решении многих практических задач [1].

В настоящее время все крупнейшие мировые производители вычислительной техники ведут интенсивные работы в области создания суперкомпьютеров эксафлопного уровня производительности, которые определяют тактико-технические характеристики инфокоммуникационных, радиотехнических, производственных систем различного назначения [2].

Актуальным направлением исследований в области аппаратной реализации ИНС является создание новых материалов и технологий производства наноразмерных электронных элементов с мемристивными свойствами [3-4], которые могут выполнять функции компонентов нейронов [5].

Результаты анализа опубликованных научно-технических исследований показывают, что теория проектирования ИНС на базе мемристоров (ИНСМ) находится на активном этапе развития [5,6]. Важным разделом данной теории является обеспечение отказоустойчивости и надежности ИНСМ.

В докладе приводятся результаты исследования отказоустойчивости по методу авторов [7] нейросетевого устройства распознавания радиосигнала с модуляцией QAM256. Изучена зависимость результата определения уровня отказоустойчивости от выбранного показателя качества функционирования нейросетевого устройства.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №19-07-01215.

### **Литература**

1. Guljaev Ju.V., Galushkin A.I. Nejrokompjutery v sistemah obrabotki signalov [Neurocomputers in signals processing systems]. Moscow, Radiotekhnika, 2003. 224 p.
2. Merritt R. AI Becomes the New Moore's Law [Электронный ресурс] // EE Times. 2018. 13 июля. URL: [https://www.eetimes.com/document.asp?doc\\_id=1333471](https://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1333471) (Дата обращения: 3.09.2018).
3. Chua, L.O. Memristor – the missing circuit element // IEEE Trans. Circuit Theory. 1971. Vol. 18. PP. 507.
4. Koryazhkina M.N., Tikhov S.V., Mikhailov A.N., Belov A.I., Korolev D.S., Antonov I.N., Karzanov V.V., Gorshkov O.N., Tetelybaum D.I., Karakolis P., Dimitrakis P. Bipolar resistive switching in metal-insulator-semiconductor nanostructures based on silicon nitride and silicon oxide // Journal of Physics: Conference Series. V. 993. 2018. P. 012028.
5. Старовойтов А.В., Галушкин А.И. Новые технологии микроэлектроники и разработки перспективных нейрокомпьютеров // Информатизация и связь. 2017. №1. С.7-17.
6. Галушкин А.И. На пути к нейрокомпьютерам с использованием мемристоров // «Нейрокомпьютеры с использованием мемристоров» - приложение к журналу «Информационные технологии». 2014. №4. С. 3-48.
7. Данилин С.Н., Щаников С.А., Зуев А.Д. Системный критерий отказоустойчивости искусственных нейронных сетей // Нейрокомпьютеры и их применение XVI Всероссийская научная конференция: тезисы докладов. Москва, 2018. С. 135-137.

Борданов И.А.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент, декан ФИТ С.А. Щаников  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: bordanov2011@yandex.ru*

### **Разработка алгоритмов определения показателей качества функционирования многослойного персептрона на базе мемристоров**

Искусственные нейронные сети (ИНС) плотно вошли в нашу жизнь. Они нашли применение в различных областях человеческой деятельности от индустрии развлечений до науки. С каждым годом объём обрабатываемой информации увеличивается и предъявляются всё новые требования к качественным показателям функционирования ИНС. На эти показатели влияет не только качество обучения искусственной нейронной сети, но и её аппаратная реализация.

В настоящее время существует несколько различных способов аппаратной реализации ИНС, одним из которых является её создание на базе мемристоров (ИНСМ) – энергонезависимых элементов, предложенных профессором Л. Чуа [1] в 1971 году. Преимуществами такой реализации являются потенциально высокие значения скорости работы и надёжности (достигаются за счёт параллелизма вычислений и того, что информация передаётся в аналоговом виде). Однако несмотря на все свои преимущества такой метод имеет свой недостаток, который связан с погрешностями мемристоров. Они возникают из-за несовершенства технологии производства мемристоров и влияют на точность работы ИНС [2].

Одним из способов решения данной проблемы, является учёт погрешностей ИНСМ на этапе проектирования и создание нейронных сетей на базе мемристоров с требуемым качеством функционирования [3]. А так как производство мемристоров является довольно сложным и дорогостоящим, то для изучения устройств на их основе, целесообразнее применять методы имитационного моделирования.

В докладе приведена модель двуслойного персептрона на базе мемристоров. Она обучена для решения задачи XOR (исключающего или). Для данной модели выполнено определение точности функционирования, по разработанному авторами алгоритму, а так же выявлена зависимость между качеством функционирования ИНСМ и погрешностями весовых коэффициентов синапсов нейронов.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №18-38-00592.

### **Литература**

1. Chua L.O. Memristor – the missing circuit element // IEEE Trans. Circuit Theory. 1971. Vol. 18. PP. 507-519.
2. F. Merrikh Bayat, M. Prezioso, B. Chakrabarti, I. Kataeva, D. Strukov Implementation of Multilayer Perceptron Network with Highly Uniform Passive Memristive Crossbar Circuits // Nature communications 9 (1), 2331, 2018.
3. Danilin S.N., Shchanikov S.A., Sakulin A.E., Bordanov I.A. Determining the Fault Tolerance of Memristors-Based Neural Network Using Simulation and Design of Experiments // 2018 Vth International Conference on Engineering and Telecommunication (EnT). 2018.

Корсаков А.С.

*Научный руководитель: к.т.н., доц. каф. ИС Еремеев С.В.**Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23**123-456-7890@mail.ru***Разработка алгоритма структурного сравнения деревьев**

Одним из методов, которые относятся к топологическому анализу данных, является персистентная гомология, основная суть которой, в свою очередь, это выявление таких структур, которые наименее подвержены изменениям при топологических искажениях [1]. Одна из форм, в которую конвертируются топологические данные [2] объекта, полученные с помощью метода персистентной гомологии, называется баркод. Приведенный в текстовый вид, баркод можно описать в виде дерева:  $T = (N, E)$ , где вершины  $N = \{N_1, N_2, \dots, N_n\}$  являются дырами и хранят в себе информацию о времени жизни, и ребра  $E = \{e_1, e_2, \dots, e_m\}$ . Разность итераций уничтожения и появления дыры называется временем жизни дыры. Баркоды используются для построения другой формы – дерева, в котором дыры являются вершинами, а ребрами – их связь родитель-потомок. Пример построенного дерева продемонстрирован на рисунке 1.

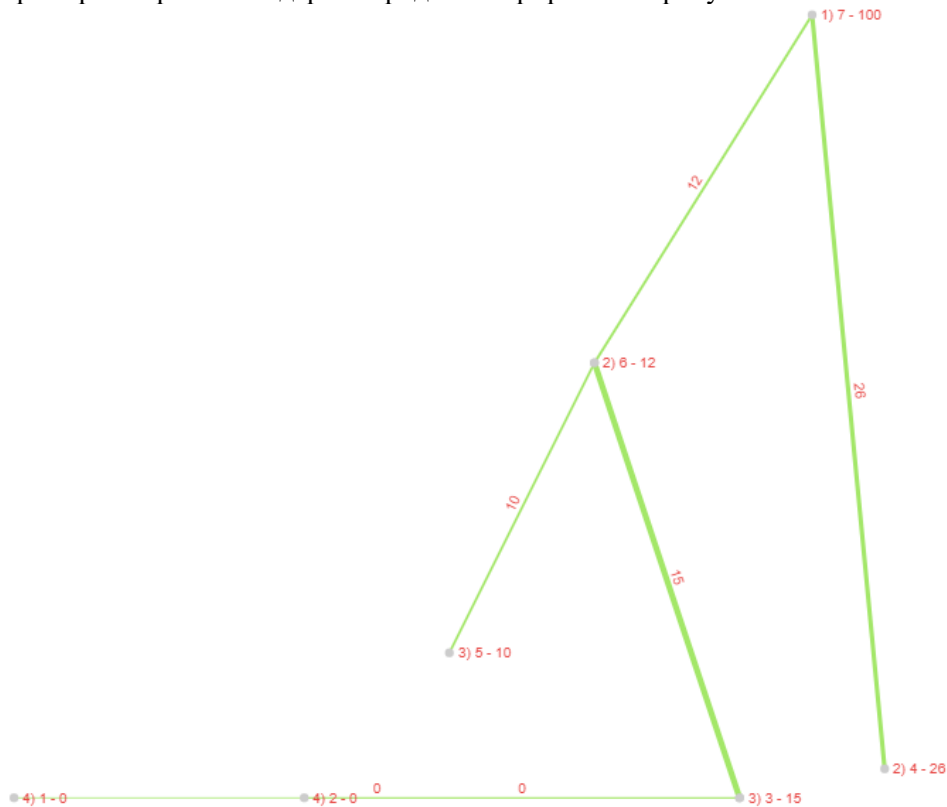


Рисунок 1 - Пример построенного дерева

Для сравнения деревьев разработан алгоритм, вычисляющий их схожесть, который выдает результат от 0 до 1. Сравнение производится на основе главной ветви каждого дерева. Главная ветвь – это такой путь от корня до листа дерева, в котором суммарное время жизни будет максимальным.

Одно дерево принимается за эталон и производится его сравнение с другим. Осуществляется проход по дырам главной ветви эталона и проверяется наличие соответствующей дыры в другом дереве. Алгоритм можно описать следующей формулой:  $Eq = \frac{\min(B_1, B_2)}{\max(B_1, B_2)}$ , где  $Eq$  - значение

схожести,  $B_1$  - главная ветвь первого дерева,  $B_2$  - главная ветвь второго дерева,  $\max$  - функция поиска максимального значения,  $\min$  - функция поиска минимального значения.

В качестве примера произведено сравнение четырех реальных изображений озера Айраг-Нуур за период с 2010 по 2016 годы с шагом 2 года. Данные изображения представлены на рисунке 2, где снимок сделан: а) в 2016 г.; б) в 2014 г.; в) в 2012 г.; и г) в 2010 г.

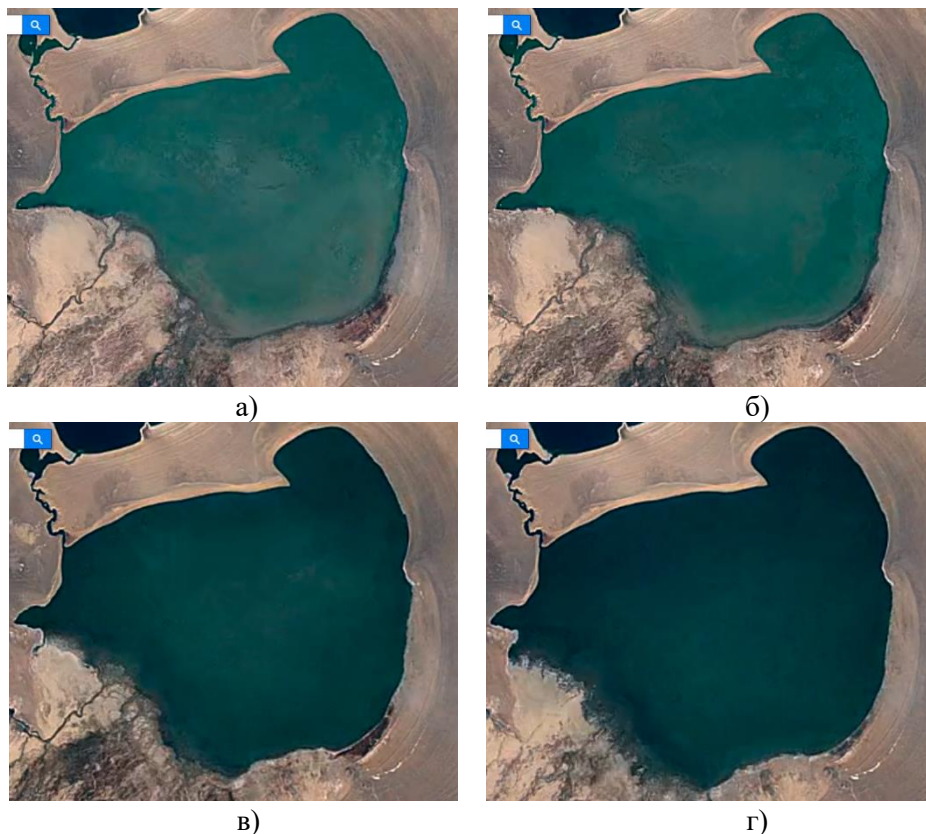


Рисунок 2 – Пример сравнения реальных изображений

В таблице 1 представлена матрица смежности, показывающая схожесть объектов, полученная в результате сравнения по структуре.

Таблица 1

	2010	2012	2014	2016
2010	1	0,9	0,81	0,8
2012	0,9	1	0,88	0,86
2014	0,81	0,88	1	0,91
2016	0,8	0,86	0,91	1

На основании полученных результатов можно сказать, что алгоритм может применяться для анализа и сравнения объектов. Анализ простых объектов, таких как круг, квадрат, треугольник показал, что баркоды к ним получаются практически идентичными, так как состоят из одной дыры на всем протяжении работы метода персистентной гомологии, и данный алгоритм покажет, что объекты идентичны, что верно с точки зрения топологии.

### Литература

1. Ereemeev, S.V., Kuptsov K.V. and Andrianov D.E. Checking the topological consistency on maps of different scales // Supplementary Proceedings of the Fifth International Conference on Analysis of Images, Social Networks and Texts (AIST 2016). 2016. P. 124-133.
2. Zhao, L., Peng, Q. and Huang, B. Shape Matching Algorithm Based on Shape Contexts // IET Computer Vision. 2015. Vol. 9, No. 5. P. 681-690.



Красовитова В.Р.

*Научный руководитель: к.т.н., доц. Е.Е. Канунова*

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23*

### **Компьютерная игра платформер «Марио»**

В последнее время Unity развивается стремительными темпами, привлекая все больше новых разработчиков.

Unity является современным кросс-платформенным движком для создания игр и приложений, разработанный UnityTechnologies. С помощью данного движка можно разрабатывать не только приложения для компьютеров, но и для мобильных устройств (например, на базе Android), игровых приставок и других девайсов. С помощью данного движка разрабатываются игры, запускающиеся на персональных компьютерах (работающих под Windows, MacOS, Linux), на смартфонах и планшетах (iOS, Android, WindowsPhone), на игровых консолях (PS, Xbox, Wii).

В докладе рассматриваются вопросы разработки игры «Марио» с использованием игрового движка Unity 2D. Для реализации игры были проанализированы современные тенденции в разработке компьютерных игр, исследованы средства разработки компьютерных игр. На основе этих элементов был создан прототип однопользовательского двумерного платформера для персональных компьютеров с операционной системой Windows, содержащий в себе 1 уровень с реализованной основной игровой механикой.

Для данного разрабатываемого проекта была выделена достаточно большая целевая аудитория, а именно люди в возрасте от 8 до 35 лет.

Для реализации компьютерной игры были выбраны игровой движок Unity и Microsoft Visual Studio 2017 для написания программного кода.

Проект представляет собой компьютерную игру жанра двумерный платформер, основная цель которой заключается в развлечении и предоставлении средства для отдыха и приятного времяпрепровождения.

Разработанный проект отвечает следующим требованиям:

- Игра обладает простым и понятным геймплеем.
- Основная механика игры заключается в возможности игрока спрятаться за определенными предметами дабы избежать встречи с противником.
- Разработаны различные типы врагов.
- На уровне присутствуют собираемые объекты. Эти объекты увеличивают счет игрока.
- При проигрыше игрока, выводится небольшое меню, предлагающее либо повторить уровень, либо выйти в главное меню.

Для реализации проекта были использованы множество различных элементов, начиная от статичных картинок и заканчивая несколькими скриптами, написанными на C#, для реализации механики игры. Во время разработки игры было создано 2 сцены: Главное меню и Игровой уровень. В главном меню присутствуют фоновое изображение, звуковое сопровождение и 2 кнопки, отвечающие за запуск Игрового уровня и выход из игры. Игра заканчивается как только у игрока останется 0 жизней.

Освоение среды разработки Unity несет не маловажный характер, так как в современном мире индустрия разработки игр все сильнее распространяется в нашем обществе. Игры перестали быть лишь предметом для развлечений, и теперь используются и в других областях, например, в науке или в обучении пользователей. Поэтому развитие в данном направлении можно считать одним из самых важных в современном обществе.

### Литература

1. Ильин В. Основы создания 2D персонажа в Unity 3D 4.3 [Электронный ресурс]/ Ильин Вячеслав // Хабрахабр. — Режим доступа:<https://habrahabr.ru/post/211472/> (дата обращения: 04.03.2019).
2. Unity 5 2DPlatformerTutorial - Part 20 - MeleeAttacking, YouTube[Электронный ресурс]: видеоролик –54<https://www.youtube.com/watch?v=xwPahXLpNh8> (дата обращения: 20.03.2019).
3. Торн А. Основы анимации в Unity [Текст]: учебное пособие/ Алан Торн– ред.: Д. Мовчан, переводчик: Р. Рагимов – Москва: ДМК, 2016 – 176с.

Миронов А.В.

*Научный руководитель: доцент каф. ФПМ, к.т.н. Макаров М.В.  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23*

### **Изучение зависимости показателя точности функционирования искусственной нейронной сети от количества входных данных**

На сегодняшний день искусственные нейронные сети (ИНС) являются наиболее перспективным инструментом решения задачи аппроксимации в составе технических систем обработки информации [1]. Однако максимальная точность функционирования ИНС не обеспечивается автоматически и зависит от множества факторов [2]. В частности, отсутствует информация о влиянии способа представления данных для нейронов входного слоя. Таким образом, целью данного исследования является нахождение зависимости показателя точности функционирования ИНС от количества входных данных на один нейрон входного слоя.

Для проведения экспериментальных исследований разработаем в среде программирования PyCharm на языке программирования Python ИНС, выполняющую вычисление функции  $y=\sin(x)$ , которая представляет собой однослойную сеть прямого распространения с полными связями и логистическими функциями активации нейронов. В качестве алгоритма обучения использовался метод обратного распространения ошибки. Данный алгоритм находит широкое применение при решении задач классификации и аппроксимации нелинейных зависимостей. Это итеративный градиентный алгоритм, который используется с целью минимизации ошибки работы персептрона и получения желаемого выхода [3].

Синтезированная ИНС содержит шесть нейронов в первом слое и один (выходной) во втором (рис. 1). Второй нейрон во входном слое содержит пороговые значения нейронных элементов.

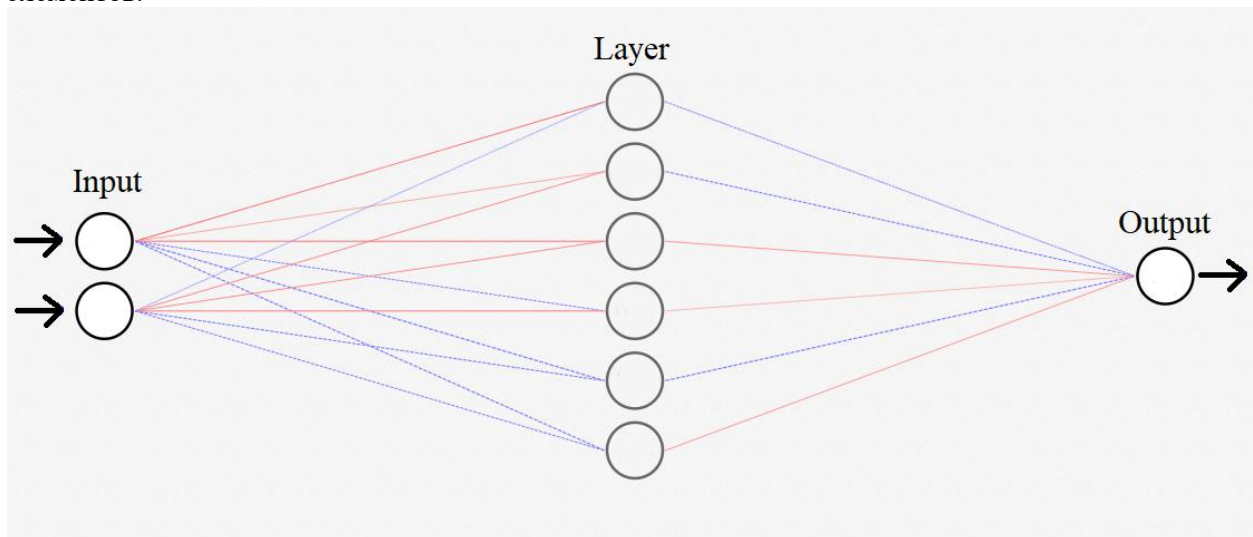


Рис. 1. Структура синтезированной ИНС

Затем построим ИНС, обладающих схожей архитектурой, в которые на входной нейрон будет подано различное количество одного и того же множества тестовых данных. При обучении данных сетей мы будем прослеживать изменение показателя точности от количества значений входных данных (рис. 2), а также время обучения. В результате этого, мы сможем определить оптимальное количество значений входных данных при наивысшей точности и наименьшем времени.

При проведении экспериментального исследования получены данные, указанные в Таблице 1.

Таблица 1.

Количество значений на один входной нейрон, шт.	Ошибка расчета по тестовым данным (абс. погр.)	Время исполнения (сек.)
1	0.195	11.597
2	0.176	11.931
3	0.139	10.065
6	0.114	12.458
12	0.085	13.973
24	0.047	11.041

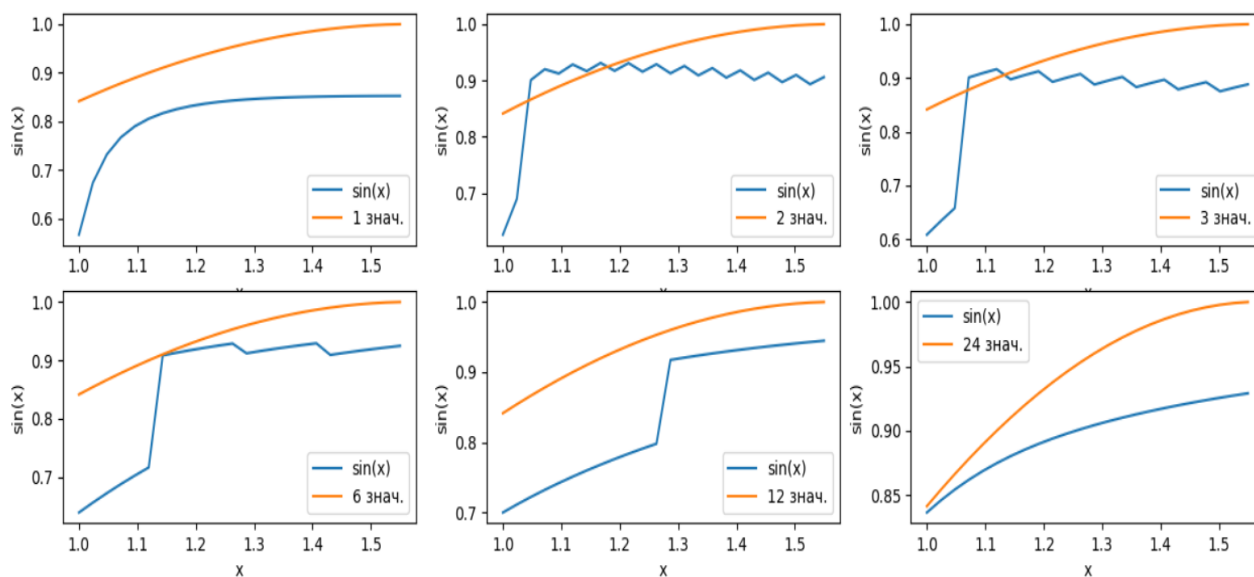


Рис 2. Отклонение вычислений ИНС от реальных значений

В ходе проведенного исследования была решена задача нахождения зависимости точности функционирования ИНС, выполняющей аппроксимацию функции  $y=\sin(x)$  от количества входных данных на один нейрон входного слоя. Выполненные над разработанными ИНС опыты показывают увеличение точности и неизменность во времени при увеличении количества входных данных на один входной нейрон.

### Литература

1. Степанов П. П. Искусственные нейронные сети // Молодой ученый. — 2017. — №4. — С. 185-187.
2. Данилин С.Н., Макаров М.В., Щаников С.А. Комплексный показатель качества работы нейронных сетей // Информационные технологии. 2013. №5. С. 57–59.
3. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс. 2-е изд. – М.: Вильямс, 2006. – 89–93 с.

Мурылев В.Р., Муругова Ю.В.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент А.С. Белякова*

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»*

*602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23*

*E-mail: vladlenm8@gmail.com*

### **Фрактальный анализ рентгеновских снимков**

Анализ изображений играет большую роль в научно-технической практике. Становится важной разработкой методов, устройств и систем для автоматизации процесса обработки и анализа изображений. Возникают различные задачи улучшения, такие как: препарирование, сегментация, выделение границ объектов, кодирование изображений и идентификация объектов на реальных изображениях.

Несмотря на множество существующих алгоритмов и методов обработки изображений, для обработки более сложных и специальных сцен, их оказывается недостаточно. Требуется разработка более эффективных и точных методов и алгоритмов, использующих максимальное количество полезной информации, извлекаемой из исходного изображения, для получения требуемого результата. Один из активно развивающихся в настоящее время подходов - обработка изображений с использованием фрактальных методов [3].

Вычисляемые фрактальные характеристики используются для качественного или количественного описания изображений и сигналов. Фрактальные признаки обладают очень полезным свойством – они неизменяемы при изменении масштаба фрактального объекта и положения объекта. Это свойство дает причины полагать, что с помощью фрактального анализа можно проводить классификацию объектов.

Целью данной работы является улучшение качества изображения на рентгеновском снимке внутренних структур организма человека необходимых для получения более полной диагностической информации.

Рассмотрим алгоритм фрактальной обработки изображения.

На обработку поступает флюорографическое изображение к которому применяется алгоритм устранения неравномерного аддитивного фона. При несколько кратном применении фильтра к кадру большая часть фона устраняется. В схеме алгоритма повышения резкости изображения или выделения деталей отфильтрованное от фона описанным выше методом к изображению применяется прямое преобразование Фурье и осуществляется переход в область пространственных частот. Затем осуществляется обратное Фурье-преобразование и получается оценка изображения с резко выделенными деталями [2].

Следующими этапами фрактальной обработки изображения являются:

- выборка длины интервала изменения цвета;
- выбор размера ячейки раstra и покрытие квадратами выбранного размера раstra исследуемого медицинского изображения;
- подсчет количества пикселей при данном размере квадрата, принадлежащих данному интервалу изменения цвета и расположенных в данной ячейке раstra;
- вычисление массы ячейки как отношения количества пикселей данного цвета в  $i$ -й ячейке раstra к общему числу пикселей данного цвета;
- подкрашивание областей изображения подходящих под условие что вес ячейки изображения не слишком мал на основе вычисленных масс ячеек [1].

В результате разработан алгоритм формирования фрактального представления изображения, который можно использовать для сравнения изображений, так как такое представление содержит минимум мелких деталей. Кроме того такое представление изображения обладает более выраженными фрактальными характеристиками, что позволяет получить более точную оценку фрактальных свойств исходного изображения (рис 1, рис. 2).

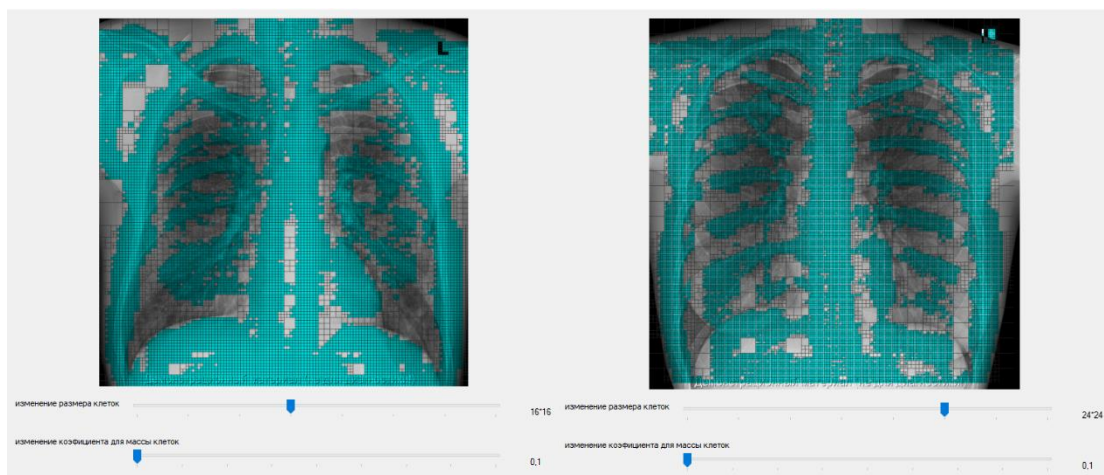


Рис. 1. Рентгеновский снимок легких человека без патологии

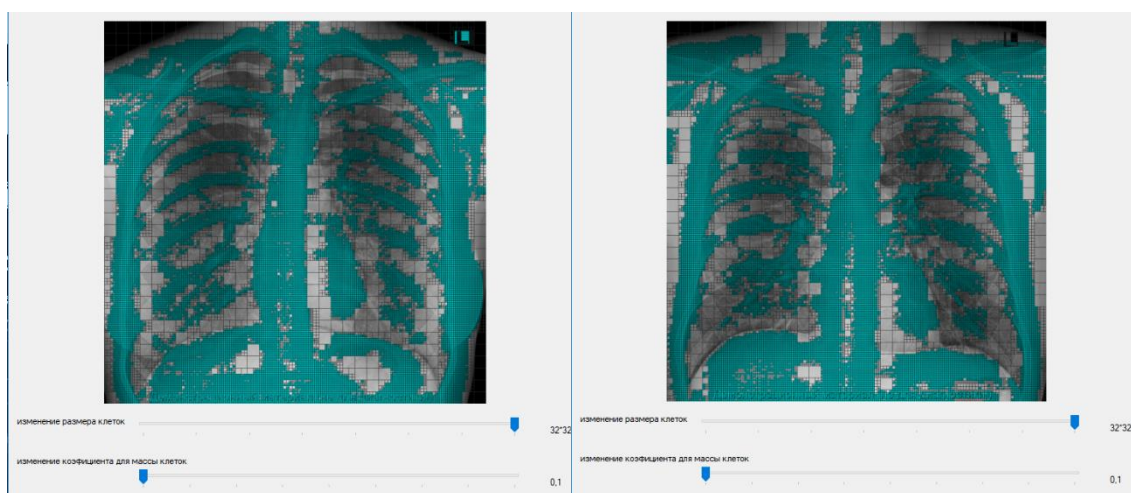


Рис. 2. Рентгеновский снимок легких человека с патологией

В работе предлагаются новые фрактальные признаки изображений, полученные на основе разработанной модели. В систему признаков входят: средний уровень и средние размеры ранговых блоков.

Разработан алгоритм поиска участков изображения, не свойственных данному классу изображений. Алгоритм основывается на том, что нехарактерные участки изображения не выделяются [3].

### Литература

1. Жизняков А.Л., Привезенцев Д.Г. Анализ цифровых изображений на основе фрактальных признаков - Владим. гос. ун-т имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2012. – 100с. ISBN
2. Потапов А.А. Фрактальные модели и методы на основе скейлинга в фундаментальных и прикладных проблемах современной физики // В сб. науч. тр.: “Необратимые процессы в природе и технике” / Под ред. В.С. Горелика и А.Н. Морозова. - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана и ФИАН, 2008. Вып. II. С. 5 – 107.
3. Потапов А.А., Гуляев Ю.В., Никитов С.А., Пахомов А.А., Герман В.А. Новейшие методы обработки изображений / Под ред. А.А. Потапова.– М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008.- 496 с.

Паршин К.Н.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент Догадина Е.П.**Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23**E-mail:kaf-eivt@yandex.ru***Алгоритм заполнения замкнутых многоугольных форм цветом, используя построчный алгоритм заливки.**

Данный алгоритм получил широкое распространение в компьютерной графике [1, 2, 3]. На каждом шаге закрашивания рисуется горизонтальная линия, которая размещается между пикселями контура. Алгоритм также рекурсивный, но поскольку вызов функции осуществляется для линии, а не для каждого отдельного пикселя, то количество вложенных вызовов уменьшается пропорционально длине линии. Это уменьшает нагрузку на стековую память компьютера и обеспечивает высокую скорость работы. Реально используются алгоритмы построчного заполнения, основанные на том, что соседние пиксели в строке, скорее всего, одинаковы и меняются только там, где строка пересекается с ребром многоугольника. Это называется когерентностью растровых строк (строки сканирования  $Y_i, Y_{i+1}, Y_{i+2}$ ). При этом достаточно определить  $X$  – координаты пересечений строк сканирования с ребрами. Пары отсортированных точек пересечения задают интервалы заливки.

Кроме того, если какие-либо ребра пересекались  $i$ -й строкой, то они скорее всего будут пересекаться также и строкой  $i + 1$ . (строки сканирования  $Y_i$  и  $Y_{i+1}$ ).

Общая схема алгоритма, динамически формирующего список активных ребер и заполняющего многоугольник снизу вверх, следующая:

1. Подготовить служебные целочисленные массивы  $Y$  – координат вершин и номеров вершин.
2. Совместно отсортировать  $Y$  – координаты по возрастанию и массив номеров вершин для того, чтобы можно было определить исходный номер вершины.
3. Определить пределы заполнения по оси  $Y$  – это  $Y_{\min}$  и  $Y_{\max}$ . Стартуя с текущим значением  $Y_{tek} = Y_{\min}$ , исполнять пункты 4 – 9 до завершения раскраски.
4. Определить число вершин, расположенных на строке  $Y_{tek}$  – текущей строке сканирования.
5. Если вершины есть, то для каждой из вершин дополнить список активных ребер, используя информацию о соседних вершинах.

Для каждого ребра в список активных ребер заносятся:

- максимальное значение  $Y$  – координаты ребра,
- приращение  $X$  – координаты при увеличении  $Y$  на 1,
- начальное значение  $X$  – координаты.

Если обнаруживаются горизонтальные ребра, то они просто закрашиваются и информация о них в список активных ребер не заносится.

Если после этого обнаруживается, что список активных ребер пуст, то заполнение закончено.

6. По списку активных ребер определяется  $Y_{sled}$  – это  $Y$  – координата ближайшей вершины.

7. В цикле от  $Y_{tek}$  до  $Y_{sled}$ :

- выбрать из списка активных ребер и отсортировать  $X$ -координаты пересечений активных ребер со строкой сканирования;
- определить интервалы и выполнить закраску;
- перевычислить координаты пересечений для следующей строки сканирования.



8. Проверить, не достигли ли максимальной  $Y$  – координаты. Если достигли, то заливка закончена, иначе выполнить пункт.
9. Очистить список активных ребер от ребер, закончившихся на строке  $Y_{sled}$  и перейти к пункту 4.

#### **Литература**

1. Каминский В. П., Иващенко Е. И., Инженерная и компьютерная графика для строителей. Серия: Высшее образование. Издательство Феникс, 2008 г. – 288 с.
2. Вельтмандер П.В., Основные алгоритмы компьютерной графики: учеб. пособие. – М.: НТК Поток, 2007. – 222 с.
3. Мураховский В.И., Компьютерная графика / Под ред. С.В.Симоновича. М.: АСТ-Пресс, 2002.



Романов С.А.

*Научный руководитель: к.т.н., доц. каф. ИС Еремеев С.В.*

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»*

*602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23*

*[cwww@bk.ru](mailto:cwww@bk.ru)*

*[cwww@bk.ru](mailto:cwww@bk.ru)*

### **Изменение связей дерева гомологий в зависимости от их пространственного положения**

Применение древовидной структуры к алгоритмам компьютерных топологий решает проблему последовательности развития гомологий, а точнее порядка их наследования. Однако, в результате прямого наследования большинство гомологий наследуются от начального состояния объекта, что приводит к потере информации о их пространственном положении в случаях их расположения «Друг за другом» рисунок 1.

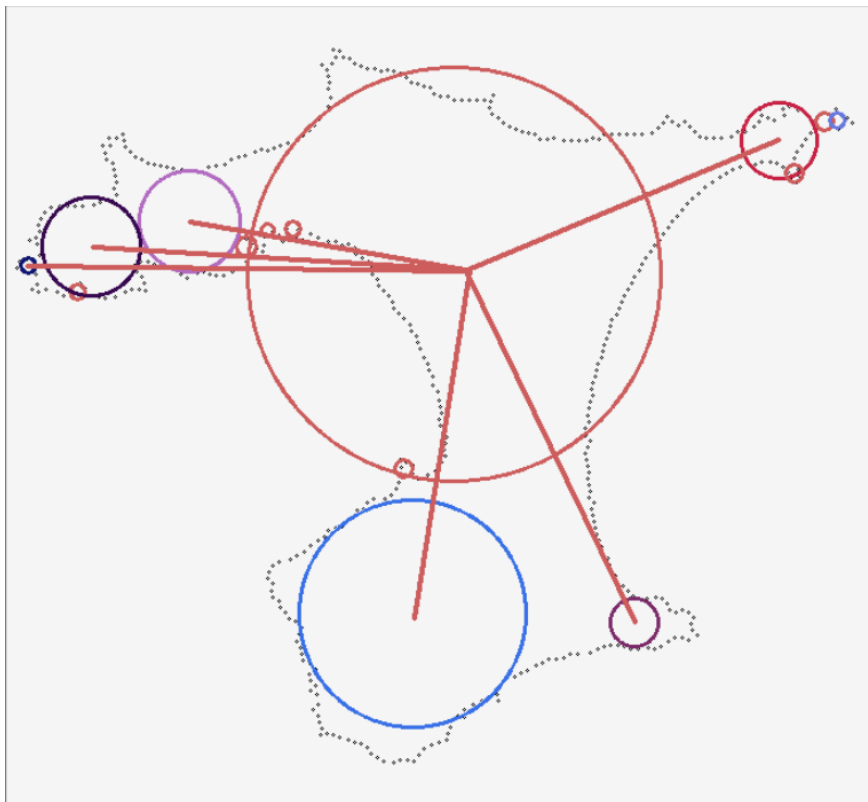


Рисунок 1 – последовательность связей первого уровня без реструктуризации

Для решения этой проблемы предлагается изменить последовательность связей. Вначале для каждой гомологии устанавливается описывающая окружность, которая несет информацию о положении центра гомологии и ее радиусе. Имея данную информацию, необходимо соединить ближайшие центры гомологий с учетом их радиуса и отсутствия пересечений. Установленные связи и будут являться наследниками анализируемой гомологии (рисунок 2)

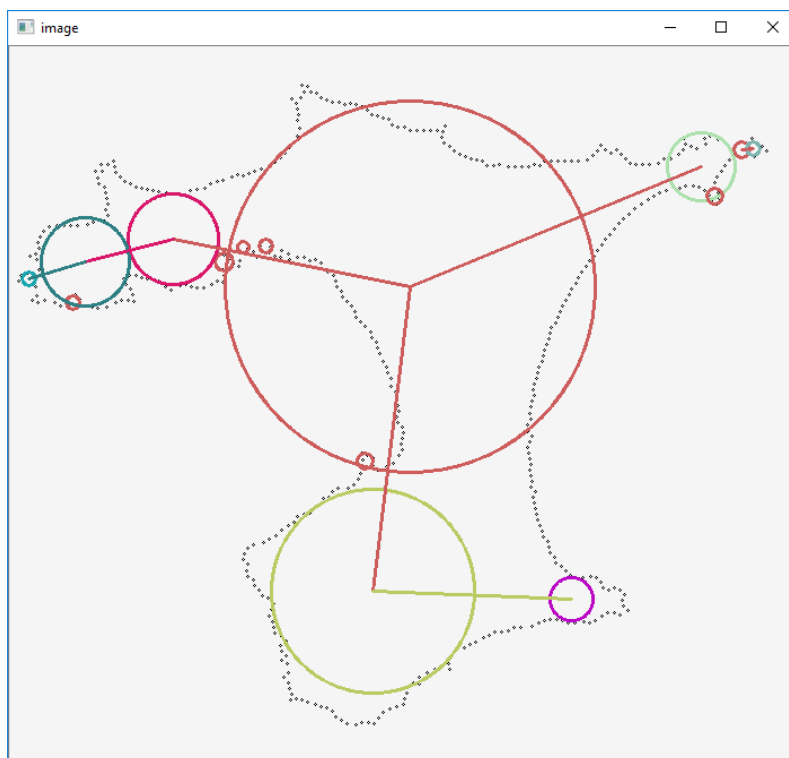


Рисунок 2 – результат работы алгоритма

Подобное преобразование позволяет изменить порядок наследования гомологий, что позволит сохранить информацию о пространственном положении при дальнейшем использовании дерева в целях визуализации и сопоставления.

#### Литература

1. Romanov S., Eremeev S., Kuptsov K. An Approach to Establishing the Correspondence of Spatial Objects on Heterogeneous Maps Based on Methods of Computational Topology. In: van der Aalst W. et al. (eds) Analysis of Images, Social Networks and Texts. AIST 2017. Lecture Notes in Computer Science, vol 10716. Springer, pp. 172–182. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-73013-4\\_16](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-73013-4_16)

Романов С.А.

*Научный руководитель: к.т.н., доц. каф. ИС Еремеев С.В.**Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23**[cwww@bk.ru](mailto:cwww@bk.ru)*

### **Применение архитектуры деревьев при структуризации результата алгоритма персистентных гомологий**

Применение персистентных гомологий в задаче сопоставления объектов показало неплохие результаты [1]. Но данный подход по-прежнему имеет серьезные проблемы при генерализации объекта. В процессе изменения объекта, как правило, изменяются и его ключевые точки, что ведет к изменению порядка развития дыр, а точнее последовательности их поглощения друг другом.

Для решения этой проблемы предлагается использовать правило, согласно которому, алгоритмы поглощения заменяются алгоритмами разделения. Таким образом, всякий раз при объединении двух дыр вместо поглощения большей дырой, мы получим совершенно новую дыру с указанием потомков. Такая история развития дыр внешне напоминает бинарное дерево, вершина которого указывает на дыру, обозначающую границы отдельного исходного объекта, а ее ветви на дальнейшее деление дыры при соединении ключевых точек объекта. В дальнейшем, наиболее длинные ветви дерева объединяются в вершины. Подход изменяет двоичную структуру дерева, но создает многоуровневую структуру с топологическим представлением объекта, которая отображает происхождение отдельных частей объекта от их топологического родителя.

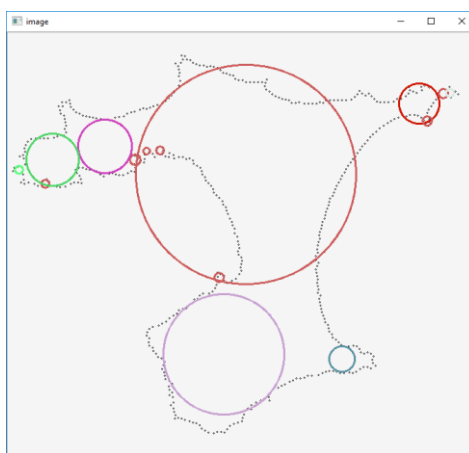


Рисунок 1 – результат работы алгоритма

Таким образом данная структура отображает не только историю происхождения деталей объекта, но и позволяет настроить точность сопоставления за счет выбора глубины, которая позволяет скрыть детали последующих уровней.

Список литературы:

1. Romanov S., Eremeev S., Kuptsov K. An Approach to Establishing the Correspondence of Spatial Objects on Heterogeneous Maps Based on Methods of Computational Topology. In: van der Aalst W. et al. (eds) Analysis of Images, Social Networks and Texts. AIST 2017. Lecture Notes in Computer Science, vol 10716. Springer, pp. 172–182. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-73013-4\\_16](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-73013-4_16)

Швецов А.А.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Догадина Е.П.

Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23

E-mail:kaf-eivt@yandex.ru

### Заливка области с затравкой.

Построчный алгоритм заливки с затравкой обладает следующими особенностями [1,2,3]:

- пиксели в строке меняются только на границах;
- при перемещении к следующей строке размер заливаемой строки, скорее всего, или неизменен или меняется на 1 пиксель.

Таким образом, на каждый закрашиваемый фрагмент строки в стеке хранятся координаты только одного начального пикселя, что приводит к существенному уменьшению размера стека.

Последовательность работы алгоритма для гранично - определенной области следующая:

1. Координата затравки помещается в стек, затем до исчерпания стека выполняются пункты 2-4.

2. Координата очередной затравки извлекается из стека и выполняется максимально возможное закрашивание вправо и влево по строке с затравкой, т.е. пока не попадетсся граничный пиксель. Пусть это  $X_{лев}$  и  $X_{прав}$ , соответственно.

3. Анализируется строка ниже закрашиваемой в пределах от  $X_{лев}$  до  $X_{прав}$  и в ней находятся крайние правые пиксели всех незакрашенных фрагментов. Их координаты заносятся в стек.

4. То же самое проделывается для строки выше закрашиваемой.

Очистить список активных ребер от ребер, закончившихся на строке  $Y_{стед}$  и перейти к пункту 4.

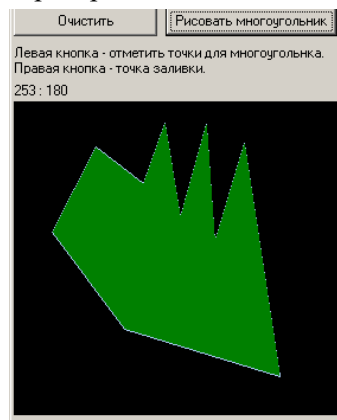


Рис.1. Пример приложения программы заливки многоугольника

### Литература

1. Каминский В. П., Иващенко Е. И., Инженерная и компьютерная графика для строителей. Серия: Высшее образование. Издательство Феникс, 2008 г. – 288 с.
2. Вельтмандер П.В., Основные алгоритмы компьютерной графики: учеб. пособие. – М.: НТК Поток, 2007. – 222 с.
3. Мураховский В.И., Компьютерная графика / Под ред. С.В.Симоновича. М.: АСТ-Пресс, 2002.