

Абрамова Е.С., Абрамов О.А., Орлов А.А.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264 г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, д. 23
elena.tarantova@yandex.ru*

Алгоритм посменного инкрементного обучения нейронной сети для распознавания активности человека

Развитие интеллектуальных систем для распознавания и анализа активности человека является актуальным направлением, обладающим широким потенциалом применения в здравоохранении, фитнесе и безопасности.

Для повышения эффективности распознавания активности человека необходимы методы, способные адаптироваться к изменяющимся условиям задачи, включая появление новых видов активности. Инкрементное обучение представляет собой подход, активно применяемый в данной области.

Для распознавания активности человека предлагается использовать алгоритм посменного инкрементного обучения нейронной сети [1]. Основные шаги алгоритма представлены на рис. 1. Предлагаемый алгоритм использует два метода: машину экстремального обучения (ELM) и метод обратного распространения ошибки (BP). ELM отличается от других методов случайной инициализацией весов и быстрым вычислением выхода без итеративной оптимизации [2]. В алгоритме ELM применяется в состоянии функционирования и во второй фазе сна, обеспечивая адаптацию и обобщение знаний для распознавания новых видов активностей. BP — широко используемый метод обучения нейронных сетей, оптимизирующий веса сети путем передачи ошибки от выходного слоя к входным слоям [3]. В данном алгоритме BP применяется в первой фазе сна для обучения, дополняя метод ELM.

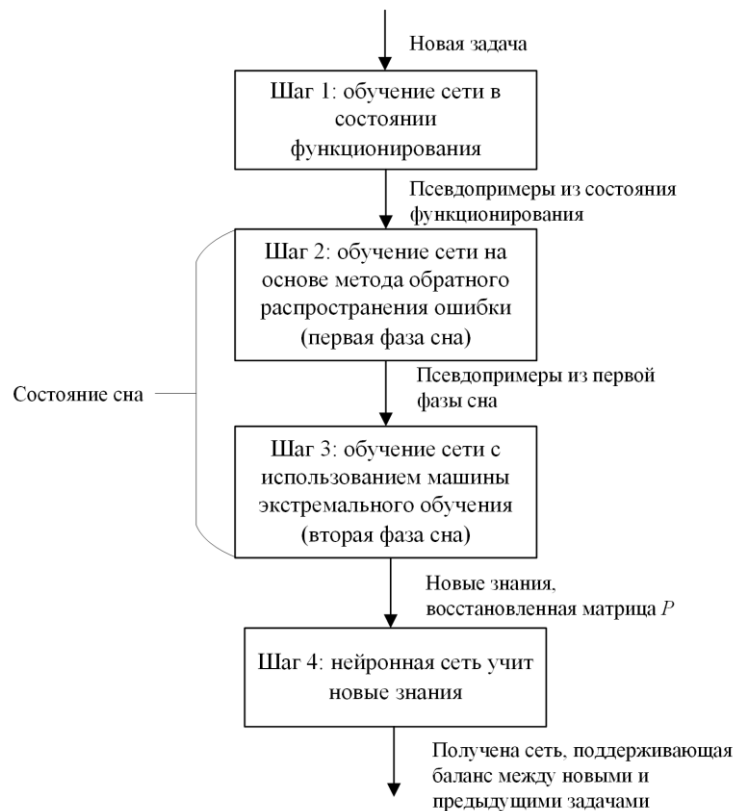


Рис. 1. Основные шаги алгоритма

Результаты экспериментальных исследований алгоритма посменного инкрементного обучения нейронной сети представлены в таблице 1. Увеличение ошибки на первом этапе свидетельствует о неэффективности сети при продолжительной работе, что корректируется переходом в состояние сна. Обучение на втором шаге существенно снижает ошибку, обеспечивая более точные прогнозы. Третий шаг вызывает небольшое увеличение ошибки из-за адаптации сети. На четвертом шаге, при обучении новым знаниям, ошибка составляет 0.94. Полученная ошибка объясняется адаптацией сети к изменяющимся условиям и поиску баланса между старыми и новыми знаниями, что может снизить точность.

Таблица 1. Среднеквадратичная ошибка на различных этапах алгоритма посменного инкрементного обучения нейронной сети

Шаг	Среднеквадратичная ошибка
1: обучение сети в состоянии функционирования	14.18
2: обучение нейронной сети на основе метода обратного распространения ошибки (первая фаза сна)	0.17
3: обучение нейронной сети с использованием машины экстремального обучения (вторая фаза сна)	0.24
4: нейронная сеть учит новые знания	0.94

Таким образом, алгоритм продемонстрировал способность адаптироваться к новым задачам, сохраняя частичные знания о предыдущих.

Литература

1. Orlov, A.A., Abramova, E.S. Development and research of a neural network alternate incremental learning algorithm. *Computer Optics*, 2023. 47. doi: 10.18287/2412-6179-CO-1203.
2. G. Bin Huang, Q. Y. Zhu, and C. K. Siew, "Extreme learning machine: Theory and applications," *Neurocomputing*, vol. 70, no. 1–3, pp. 489–501, 2006, doi: 10.1016/j.neucom.2005.12.126.
3. A. Suliman and Y. Zhang, "A Review on Back-Propagation Neural Networks in the Application of Remote Sensing Image Classification," *J. Earth Sci. Eng.*, vol. 5, pp. 52–65, 2015, doi: 10.17265/2159-581X/2015.

Антонов А.М., Щаников С.А.

Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, 23
cfifant1201@gmail.com

Современное состояние в области исследования спайковых нейронных сетей

В настоящее время в область обработки данных все сильнее и сильнее интегрируются методы искусственного интеллекта. Хотя, формальные искусственные нейронные сети (формальные ИНС) применяются наиболее чаще остальных видов нейронных сетей (НС), как показывают результаты исследований, лучших показателей позволяют достичь спайковые или же импульсные нейронные сети (СИНС), в которых информация кодируется не в числовом виде, а последовательностью импульсов – спайков. Спайковая нейронная сеть является самой реалистичной, с точки зрения физиологии, моделью нейронной сети и так же имеет ряд преимуществ по сравнению с классическими НС, таких как энергоэффективность, масштабируемость и возможность взаимодействия с динамической асинхронной средой.

Как информационная система, нейрон в такой сети имеет входы (дендриты), связи (называемые синапсами), тело (сому), реализующее обработку информации, и выход — аксон. Сигналы, зарождающиеся в теле нейрона, проходят через его аксон на синапс следующего нейрона, после чего комбинируются с сигналами, поступившими от других нейронов, определяя дальнейшее поведение этого нейрона. При этом одно из главных отличий СИНС от формальных ИНС состоит именно в природе сигналов, передаваемых от одного нейрона к другому. В импульсных нейросетях нейроны обмениваются очень короткими импульсами, амплитуда которых всегда одинакова, — так называемыми спайками [1].

Нейрон в СИНС обладает некоторым потенциалом, который накапливается во времени и при достижении определенного порога генерирует спайк, после чего значение потенциала падает до нижнего уровня. То есть, сеть получает на входы серию спайков и выдает серию спайков на выходе. Информация при этом кодируется точной позицией отдельных спайков во времени либо их средней частотой. Фактор времени в таких нейронных сетях становится крайне важным — важны задержки распространения импульсов в межнейронных связях, временные характеристики отдельных нейронов как динамических систем и так далее [2].

В докладе будут выделены основные направления исследований и разработок в области СИНС. Так же будут описаны и рассмотрены проблемы, существующие в данной области.

Литература

1. Киселев М.В., Моделирование импульсных нейронных сетей - цели, методы, аппаратные платформы / I Национальный конгресс по когнитивным исследованиям, искусственному интеллекту и нейроинформатике. Сборник пленарных и индустриальных докладов. Доклады симпозиумов. Москва, 2020. С. 81-84.

2. Kiselev M., Empirical models as a basis for synthesis of large spiking neural networks with pre-specified properties / В сборнике: NCTA 2014 - Proceedings of the International Conference on Neural Computation Theory and Applications. 6. 2014. С. 264-269

Shchanikov S., Bordanov I. The Concept of Neuromorphic Vision Systems based on Memristive Devices //2022 6th Scientific School Dynamics of Complex Networks and their Applications (DCNA). – IEEE, 2022. – С. 256-259.

Белякова А.С., Михеева А.М.

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
Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Владимирской области «Муромская районная детская больница»
602256, Владимирская область, город Муром, улица Войкова, дом 17, корпус 2.
asbelyakova@rambler.ru

Оценка изменений колебаний глюкозы крови по данным непрерывного мониторинга посредством использования статистических характеристик

Одним из актуальных направлений медико-биологических исследований в области эндокринологии является разработка и внедрение интеллектуальных систем диагностики и прогнозирования течения инсулинозависимого сахарного диабета (СД 1) в связи с непрекращающимся увеличением количества пациентов, как взрослого, так и детского возраста.

За последние 2 года количество пациентов с сахарным диабетом 1 типа, использующих для контроля уровня глюкозы крови средства непрерывного мониторинга (НМГ) значительно увеличилось после утверждения нового «Стандарта медицинской помощи детям при сахарном диабете 1 типа (диагностика и лечение)» и благодаря федеральному проекту «Борьба с сахарным диабетом», рассчитанному на 2023-2025 гг. [1].

До появления НМГ контроль уровня глюкозы крови осуществлялся пациентами в домашних условиях только посредством глюкометров, что является болезненным методом и даже при 10 замерах в сутки не дает представление об истинной картине колебаний уровня глюкозы крови [2].

При использовании НМГ данные об уровне глюкозы фиксируются каждые 10 минут, что позволяет более точно отслеживать индивидуальную реакцию пациента на продукты питания, рассчитывать дозы инсулина необходимые для грамотной компенсации сахарного диабета.

Колебания глюкозы крови представляют собой одномерный массив (рисунок 1), проанализировав который можно получить ряд статистических характеристик, позволяющих оценить уровень компенсации сахарного диабета пациентов и в соответствии с этим строить прогнозы дальнейшего течения заболевания.

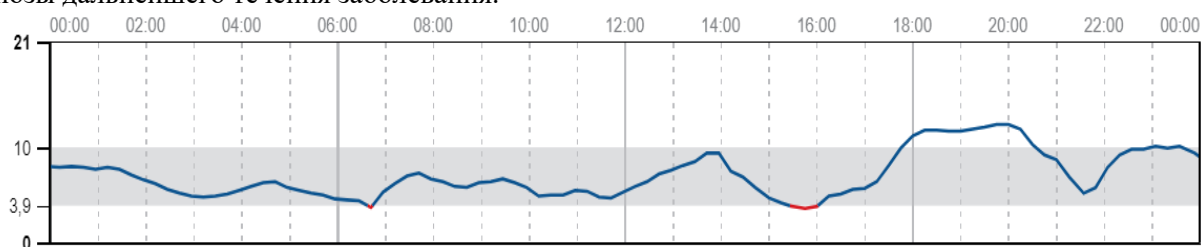


Рис. 1 – График колебаний глюкозы крови

В качестве основных параметров, характеризующих успешность компенсации, выделяют TIR (Time in range) – время в целевом диапазоне (от 4 до 10 ммоль/л), норма TIR >70%, и средний уровень глюкозы. Для анализа используются данные этих показателей за неделю, месяц, квартал (рисунок 2).

Однако и другие статистические характеристики могут давать представление о качестве компенсации сахарного диабета 1 типа, такие как:

Вариабельность глюкозы показывает насколько данные глюкозы крови отклоняются от медианного показателя глюкозы, насколько часты показатели гипер- и гипогликемий. Основные маркеры вариабельности глюкозы – SD (стандартное отклонение) и связанный с ним CV (коэффициент отклонения).

SD – это характеристика разброса (дисперсии) значений глюкозы, насколько они отклоняются от среднего значения в пределах 24 часов. Соответственно, при графике со стабильной ровной кривой ГК значение SD будет ниже, а при «горках» от гипо- к гипергликемии – выше. Стандартное отклонение считается исходя из среднего значения глюкозы крови – показатель SD должен быть меньше 1/3 среднего значения глюкозы крови.

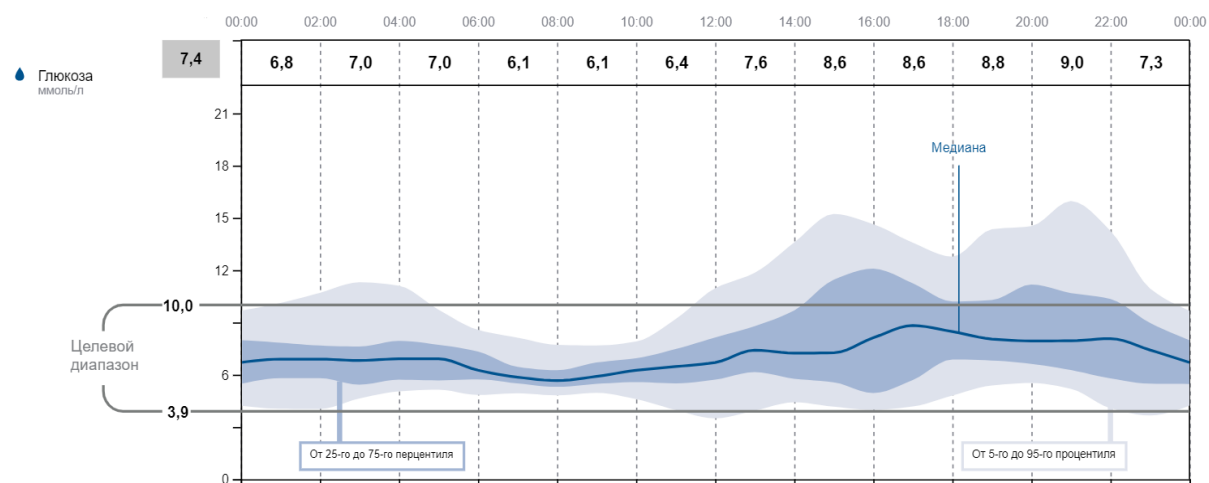


Рис. 2 – Суточные профили колебания глюкозы (за 12 дней)

Для поправки значения SD на показатель уровня СК вводится CV (коэффициент отклонения). Этот коэффициент высчитывается по формуле – $(SD \cdot \text{среднее значение СК}) / 100$. Порогом отсечения нормального CV принято считать 36%, (то есть $CV < 36\%$), либо $CV = SD / \text{среднее значение СК}$. В этом случае CV равен 33%.

Также для оценки качества компенсации можно использовать, такие характеристики как соотношение длины кривой глюкозы крови за некий отрезок времени к длине идеальной сахарной кривой за тот же отрезок времени.

Использование статистических характеристик для анализа качества компенсации инсулинозависимого сахарного диабета становится возможным и является перспективным методом при использовании в качестве входных данных результатов замеров глюкозы посредством НМГ, что было крайне в разы менее информативным при использовании данных глюкометров, в связи с их редкостью по сравнению с НМГ.

Литература

1. Приказ от 22 января 2021 г. №22н «Об утверждении стандарта медицинской помощи детям при сахарном диабете 1 типа (диагностика и лечение)»

Демидова Т.Ю., Ушанова Ф.О. Современные технологии непрерывного мониторинга гликемии: развивающиеся возможности контроля и управления. РМЖ. 2018;11(II):86-90.

Борданов И.А., Щаников С.А.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, 23
bordanov2011@yandex.ru*

Применение модели мемристивного устройства на основе данных для имитационного моделирования искусственных нейронных сетей на базе мемристоров

В последние годы можно наблюдать значительное расширение возможностей применения искусственных нейронных сетей (ИНС) в различных областях человеческой деятельности [1], а также повышение их эффективности за счет использования более сложных архитектур и подходов к их реализации.

Однако ИНС с возможностями как у Midjourney и ChatGPT, требуют огромное количество вычислительных мощностей как в процессе их обучения, так и в процессе их исполнения. И даже менее крупные модели ИНС, предназначенные для решения более тривиальных задач, к примеру по классификации объектов также содержат миллионы параметров и соответственно требуют производительных вычислительных устройств для оперативного выполнения требуемых от них задач [2].

В настоящее время в качестве таких вычислительных устройств, на которых исполняются ИНС, используются компьютеры с архитектурой фон Неймана при этом для ускорения вычислительных операций применяются графические процессоры (ГП). Однако данные устройства показывают низкую энергоэффективность и скорость работы по сравнению с биологическими нейронными сетями, по образу которых были созданы ИНС. В связи с этим перспективным направлением является разработка нейроморфных аналоговых ускорителей искусственного интеллекта на базе мемристивных устройств, которые уже на данном этапе показывают в несколько раз более высокую энергоэффективность по сравнению с ГП [3].

Кроссбары мемристивных устройств в ИНС на базе мемристоров (ИНСМ) используются для энергонезависимого хранения весовых коэффициентов синапсов нейронов, а также выполнения МВУ, которое в аналоговом виде выполняется значительно быстрее за счет уменьшения количества операций по сравнению с цифровой реализацией [4].

Однако изменчивость мемристивных устройств которая приводит к снижению точности ИНСМ препятствует их повсеместному использованию [5]. В связи с этим одним из перспективных способов решения данной проблемы является разработка моделей мемристивных устройств и применение их для имитационного моделирования МВУ и соответственно оценки качества работы ИНСМ на этапе проектирования.

В докладе представлен алгоритм для создания модели мемристивного устройства на основе данных (результатов экспериментов) и пример её применения для имитационного моделирования ИНСМ. Модель, основанная на экспериментальных данных, абстрагированная от физических принципов функционирования, позволяет упростить разработку модели для конкретного устройства, а также понизить её вычислительную сложность.

Работа выполнена при поддержке стипендии Президента РФ СП-3988.2022.5.

Литература

1. Pancholi P. D., Patel S. J. Literature Survey for Applications of Artificial Neural Networks //Applications of Artificial Neural Networks for Nonlinear Data. – 2021. – С. 1-17.
2. Yang J. et al. Harnessing the power of llms in practice: A survey on chatgpt and beyond //arXiv preprint arXiv:2304.13712. – 2023.
3. Mikhaylov A. N. et al. Neuromorphic computing based on CMOS-integrated memristive arrays: current state and perspectives //Supercomputing Frontiers and Innovations. – 2023. – Т. 10. – №. 2. – С. 77-103.
4. Joksas D. et al. Committee machines—a universal method to deal with non-idealities in memristor-based neural networks //Nature communications. – 2020. – Т. 11. – №. 1. – С. 4273.

5. Данилин С.Н., Щаников С.А., Борданов И.А., Зувев А.Д., Пантюхин Д.В., Пантелеев С.В. Состояние исследований в области инженерного проектирования и производства нейрокompьютеров // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2019. №1(39). С.14-45.

Ватутин Э.И.
Юго-Западный государственный университет
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

О числе интеркалятов в диагональных латинских квадратах специального вида

Широко известным типом комбинаторных объектов являются латинские квадраты (ЛК), исследованию свойств которых посвящено большое количество научных работ [1]. ЛК порядка N представляет собой квадратную таблицу размером $N \times N$, элементы которой заполнены значениями некоторого алфавита U мощности $|U| = N$ так, что в строках и столбцах дублирование значений запрещено. Одной из известных разновидностей ЛК общего вида являются диагональные латинские квадраты (ДЛК), в которых по сравнению с ЛК дублирование значений также запрещено на главной и побочной диагоналях. С ЛК и ДЛК связан ряд открытых математических проблем, часть из которых направлена на теоретический анализ устройства спектров S числовых характеристик, представляющих собой множество значений, которые может принимать выбранная характеристика (например, число интеркалятов, трансверселей, диагональных трансверселей, ортогональных соквадратов и т.д.) для квадратов выбранного вида.

В ходе вычислительных экспериментов, связанных с построением полных спектров для ДЛК малых порядков ($N \leq 9$) [2] и их эвристических аппроксимаций для больших порядков ($N \leq 10$) [3] был отмечен ряд особенностей. Большинство спектров не являются интересными и имеют следующую структуру: младшая часть спектра является сплошной (или почти сплошной) и образована идущими подряд значениями, старшая часть спектра сплошной не является и образована множеством отдельных значений. Примером подобного спектра является спектр числа интеркалятов в ДЛК общего вида порядка 8: его младшая сплошная часть образована значениями $\{0, 1, \dots, 52\}$, а в старшей присутствуют значения $\{56, 60, 64, 68, 72, 80, 88, 112\}$. В графическом виде данный спектр представлен на рис. 1а.

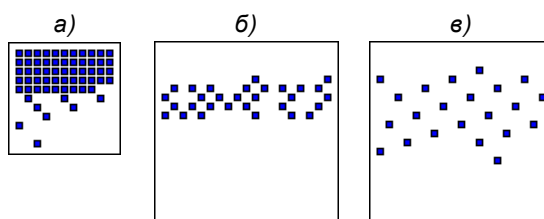


Рис. 1. Примеры графического представления спектра числа интеркалятов в ДЛК порядка 8 (а), эвристической аппроксимации спектра числа интеркалятов в симметричных в одной плоскости ДЛК порядка 14 (б) и эвристической аппроксимации спектра числа интеркалятов в ДЛК Брауна порядка 14 (в)

В то же время, как уже было отмечено в [4], спектры числа трансверселей в ДЛК четных порядков обладают рядом особенностей и образованы либо четными значениями (для порядков $N = 2k$), либо значениями, кратными 4 (для порядков $N = 4k + 2$). Дальнейший анализ показал, что рядом схожих особенностей обладают и спектры ДЛК специального вида [5], используемые в качестве опорных для построения эвристических аппроксимаций спектров ДЛК общего вида. Особенности данных спектров, найденные эмпирически в ходе серии вычислительных экспериментов, перечислены ниже, в графическом виде примеры подобных спектров приведены на рис. 1б, рис. 1в.

Утверждение 1. Число интеркалятов в ДЛК Брауна порядка $N = 4k + 2$ равно $v = 8x + 1$ (здесь и далее $k \in \mathbb{O}$, $x \in \mathbb{O}$).

Утверждение 2. Число интеркалятов в ДЛК Брауна порядка $N = 8k + 4$ равно $v = 8x + 4$.

Утверждение 3. Число интеркалятов в ДЛК Брауна порядка $N = 8k$ равно $v = 8x$.

Утверждение 4. Число интеркалятов в центрально-симметричных ДЛК порядка N равно $v = 2x$.

Утверждение 5. Число интеркалятов в симметричных в одной плоскости ДЛК порядка $N = 4k$ равно $v = 2x$.

Утверждение 6. Число интеркалятов в симметричных в одной плоскости ДЛК порядка $N = 4k + 2$ равно $v = 2x + 1$.

Утверждение 7. Число интеркалятов в дважды симметричных ДЛК порядка $N = 4k$ равно $v = 4x$.

При этом спектры числа интеркалятов в ДЛК общего вида, включающие в своем составе все перечисленные выше специальные типы, какими-либо особенностями не обладают. Кратность значений числа интеркалятов в спектре для центрально-симметричных ДЛК (утверждение 4) теоретически можно объяснить тем, что все интеркаляты в ДЛК образуют пары, в которых интеркаляты расположены симметрично относительно центра квадрата, при этом симметричное отражение интеркалята самого в себя теоретически возможно только в случае нахождения образующих его элементов на диагоналях симметрично относительно центра квадрата, что невозможно на практике ввиду получения дублирования значений на диагоналях.

Для известных пандиагональных ЛК можно отметить следующие особенности:

1. Число интеркалятов в известных пандиагональных ЛК порядка $N = 13$ кратно 26.
2. Число интеркалятов в известных пандиагональных ЛК порядка $N = 17$ кратно 34.
3. Число интеркалятов в известных пандиагональных ЛК порядка $N = 19$ кратно 19.
4. Число интеркалятов в известных пандиагональных ЛК порядка $N = 25$ равно 0.
5. Для порядков $N \in \{11\}$ все пандиагональные ЛК являются циклическими и не имеют интеркалятов.

Исходя из доступных на данный момент результатов вычислительных экспериментов можно заметить, что для некоторых порядков $v = kN$ (например, для $N = 19$), а для других $v = 2kN$ ($N \in \{13, 17\}$). Порядки $N \in \{1, 5, 7, 11, 25\}$ с нулевым числом интеркалятов формально не нарушают ни одну из закономерностей. На основании полученных эмпирических наблюдений можно сформулировать следующие гипотезы.

Гипотеза 1. Число интеркалятов в пандиагональных ЛК порядка $N = 2k_1 + 1$, $k_1 = 2k$ (k_1 – четное) Ю $N = 4k + 1$ равно $v = 2kN$.

Гипотеза 2. Число интеркалятов в пандиагональных ЛК порядка $N = 2k_2 + 1$, $k_2 = 2k + 1$ (k_2 – нечетное) Ю $N = 4k + 3$ равно $v = kN$.

В перспективе дальнейших исследований необходимо расширение известных на данный момент списков пандиагональных ЛК и подтверждение или опровержение сформулированных выше гипотез с их использованием. Кроме того, необходимо исследование особенностей и других числовых характеристик в совокупности с отысканием теоретических объяснений найденным эмпирическим закономерностям.

Литература

1. Keedwell A.D., Dénes J. Latin Squares and their Applications. Elsevier, 2015. 438 p. DOI: 10.1016/C2014-0-03412-0.

2. Ватулин Э.И., Никитина Н.Н. и др. О построении спектров быстроисчисляемых числовых характеристик диагональных латинских квадратов малого порядка // Интеллектуальные и информационные системы (Интеллект – 2021). Тула, 2021. С. 7–17.

3. Ватулин Э.И. и др. Оценка мощностей спектров быстроисчисляемых числовых характеристик диагональных латинских квадратов порядков $N > 9$ // Наука и образование в развитии промышленной, социальной и экономической сфер регионов России. Муром, 2022. С. 314–315.

4. Ватулин Э.И., Никитина Н.Н., Манзюк М.О., Курочкин И.И., Альбертьян А.М. О числе трансверсалей в диагональных латинских квадратах четных порядков // Национальный суперкомпьютерный форум (НСКФ – 2023). Принята к опубликованию.

5. Ватутин Э.И. Специальные виды диагональных латинских квадратов // Облачные и распределенные вычислительные системы в электронном управлении (ОРВСЭУ – 2022) в рамках Национального суперкомпьютерного форума (НСКФ – 2022). Переславль-Залесский, 2023. С. 9–18.

Варламов А.Д., Варламова Е.В.

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

Анализ возможности применения перцептивных хэшей для распознавания изображений в потоковых видео с мобильных устройств

Распознавание изображений из видеопотока, поступающего с мобильного устройства, является актуальной задачей, так как позволяет автоматически инициировать некоторое действие при появлении определенного объекта в поле зрения камеры. В качестве примеров к таким действиям можно отнести: показ интерактивной справки по музейному экспонату, переход на целевой сайт по рекламному изображению без чтения штрих-кода, снабжение интерактивными элементами страниц учебной литературы, реализация технологий дополненной реальности и другие [1, 3]. Однако следует отметить, что специфика данной задачи в сравнении с распознаванием статического изображения на персональном компьютере накладывает ряд технических ограничений на ее реализацию:

- В большинстве случаев база данных с искомыми изображениями должна быть территориально отделена от источника изображения, являющегося образцом для поиска. Ее следует размещать на сервере. Исключения могут составлять приложения с относительно небольшим объемом базы данных и отсутствием необходимости постоянного обновления ее содержимого.

- Нагрузка на поисковой механизм системы очень высокая. Это связано с потоковым режимом работы программного комплекса, который предполагает периодический (например, один-два раза в секунду) захват кадра, его предобработку и поиск подобного или идентичного изображения в базе данных. По этой причине поисковой запрос должен выполняться очень быстро и не являться ресурсозатратным.

- Интернет соединение может не позволить передавать видео (или последовательность кадров) в высоком качестве. Поэтому визуальный образец (изображение, подобное которому ищется в базе данных) может иметь сниженное качество, например, быть сжатым.

В докладе проанализирована возможность применения перцептивных хэшей для распознавания изображений в потоковых видео с мобильных устройств с учетом вышеописанных технических ограничений. В качестве вариантов реализации рассмотрены следующие виды хэш-строк: простой хэш (simple hash); градиентный хэш (gradient hash); хэш, основанный на дискретном косинусном преобразовании (DCT based hash); хэш на основе радиальной дисперсии (radial variance based hash) [2, 4 5].

В результате аналитической работы были сделаны следующие выводы:

- поисковый индекс коллекции изображений имеет небольшой размер (фактически это набор хэш-строк незначительной длины);
- имеется возможность организовать быстрый поиск по хэш-строкам в базе данных;
- можно значительно сократить интернет-трафик либо за счет расчета хэша на мобильном устройстве, либо за счет передачи уменьшенных копий изображений на сервер.

В заключительной части доклада сделан вывод о том, что для распознавания изображений в потоковых видео с мобильных устройств применение перцептивных хэшей можно считать целесообразным и обоснованным.

Литература

1. Винокуров И. В. Мобильное приложение для распознавания фрагментов изображений // Электронный журнал: наука, техника и образование. 2018. №3 (21). С. 35-42.
2. Гринченко Н.Н., Токарев А.В. Алгоритмы поиска изображений с использованием перцептивных хэш алгоритмов // Методы и средства обработки и хранения информации. 2018. С. 225-227.
3. Маслова Ю.А., Белов Ю.С. Технологии дополненной реальности // E-Scio. 2022. №2 (65).

4. Рудаков И.В. Васютович И.М. Исследование перцептивных хеш-функций изображений // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2015 .- № 8.

Еремеев С.В., Абакумов А.В.

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

Анализ спутниковых снимков по топологическим признакам

На орбите Земли находится несколько тысяч спутников, способных снимать поверхность планеты. Если даже с текущими ограниченными технологиями запуска объектов в космос количество спутников идет на тысячи, сложно назвать примерные цифры в перспективном будущем. В итоге количество спутниковых снимков кратно увеличится, но проблема их автоматизированной обработки не решена и сегодня. Конечно, существует множество перспективных работ, в которые предлагаются как области, где снимки могут пригодиться, так и методы их обработки [1-3].

В работе показано использование топологических признаков для анализа пространственных объектов на спутниковых снимках. Эта идея легла в основу разработанного программного продукта, который способен векторизовать спутниковые снимки и раскладывать найденные объект по слоям на основе классификатора. Также стоит отметить, что при векторизации соблюдается иерархия объектов: как дом является частью квартала, так и приложение сохранит подобную иерархию.

Эксперименты показали, что использование классических классификаторов (SVN, нейронных сетей) не дает должного результата при передаче в них топологических признаков. В частности, это осложняется нефиксированным размером данных (количество дочерних объектов у компоненты связности сильно разнится), поэтому используется собственная разработка, которая построена на сравнении входного объекта с базой эталонов, и выборки максимально похожего. Это означает, что достаточно будет поместить в данные обучения ряд уникальных объектов, а не большой набор однотипных компонент, что является большим плюсом данного подхода. Однако, это требует установления высокого минимального порога схожести.

Программный продукт имеет следующие функции: классификацию объектов на спутниковых снимках, сегментацию, бинаризацию, удаление шума, векторизацию данных, интеграцию с географической информационной системой QGIS.

Показано, что предложенные методы и алгоритмы построены на единой теоретической базе в виде топологической декомпозиции. Продемонстрированы примеры использования программы для анализа спутниковых снимков из городских кварталов.

Литература

1. Zhao Q., Yu L., Du Z., Peng D., Hao P., Zhang Y., Gong P. An overview of the applications of Earth observation satellite data: Impacts and future trends. *Remote Sensing*. 2022;14(8):1863. DOI: 10.3390/rs14081863.
2. Kansakar P., Hossain F. A review of applications of satellite Earth observation data for global societal benefit and stewardship of planet Earth. *Space Policy*. 2016;36:46–54. DOI: 10.1016/j.spacepol.2016.05.005.
3. Hu X., Qian Y., Pickett S.T., Zhou W. Urban mapping needs up-to-date approaches to provide diverse perspectives of current urbanization: A novel attempt to map urban areas with nighttime light data. *Landscape and Urban Planning*. 2020;195:103709. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2019.103709.

Канунова Е.Е.

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

Предварительная обработка микрокальцинатов на изображениях маммографических снимков

Задача выявления рака на ранних стадиях на сегодняшний день является актуальной. К сожалению, сейчас наблюдается тенденция «омоложения» рака. Новообразования встречаются у женщин в возрасте от 35- 45 лет. У женщин этого возраста наблюдается высокая рентгеновская плотность ткани молочных желез. Это приводит к трудностям выявления новообразований на ранней стадии, в частности микрокальцинатов [1].

Кроме этого, маммографические снимки являются сложными рентгеновскими изображениями, на которых в ряде случаев могут встречаться различного вида артефакты. Иногда артефакты по своему размеру и форме очень похожи на микрокальцинаты (скопления солей кальция). Также артефакты можно спутать с доброкачественными образованиями. Причиной появления артефактов может стать наличие у женщины папилломы или родинки. Кроме артефактов на изображениях могут иметь место и другие виды дефектов: импульсный шум, нерезкость изображения, наличие темных и светлых полос.

В докладе рассматриваются методы предварительной обработки изображений маммографических снимков, как первого этапа анализа маммографических снимков. Цель данной разработки - улучшение качества снимков для большей достоверности при дальнейшей диагностике. Описан также следующий этап - локализация микрокальцинатов для последующего их анализа.

Все исследования проводятся на тестовых маммографических снимках из базы данных MIAS [2].

Описываются разработанные алгоритмы локализации и устранения темных и светлых полос, адаптивного контрастирования изображений для целей выявления новообразований, а также локализации и сегментации микрокальцинатов [3,4].

Приводятся результаты исследований. Формулируются выводы и озвучиваются перспективы развития методики предварительной обработки изображений в виде разработки новых алгоритмов контрастирования на основе гомоморфной фильтрации, алгоритма обнаружения краев многоформенных новообразований на основе вейвлет-преобразований Габора и алгоритма локализации и сегментации новообразований.

Литература

1. Садыков С.С. Автоматизированная обработка и анализ маммографических снимков: монография/ С.С. Садыков, Ю.А. Буланова, Е.А. Захарова; Владим. Гос. Ун-т имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2014 - 208с.
2. <http://peipa.essex.ac.uk/info/mias.html>
3. Садыков С.С., Канунова Е.Е. Алгоритмы пороговой сегментации для устранения дефектов на изображениях архивных документов // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2004. №9-1. С.56-61
4. Канунова Е.Е., Полякова Е.В. Алгоритм поиска и устранения дефектов в виде перегибов на изображениях текстовых документов // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2008. №13. С.58-62

Касенова Л. Г.
 Учреждение «Esil University»
 г.Астана, Республика Казахстан
 kassenova_lg@mail.ru

Иновационное решение проблем отслеживания подконтрольных лиц

Электронная система мониторинга присутствует в правовых системах многих стран, позволяя отбывать наказания, которые лишают или ограничивают свободу, без необходимости в тюремных службах. Необходимость отбывать наказание в условиях абсолютной тюремной изоляции со всеми вытекающими отсюда проблемами была заменена возможностью отбывать наказание дома или в другом месте, определенном судом. Осужденные могут вести свою обычную личную, профессиональную и семейную жизнь, сохраняя при этом полную строгость контроля, осуществляемого с помощью всеобъемлющей электронной платформы мониторинга, организованной пенитенциарными учреждениями, службами кураторства или другими уполномоченными надзорными учреждениями. Отбывание наказания по этой системе основано на личной ответственности человека, самодисциплине и строгом соблюдении графика, установленного судом [1].



Как работает система?

Каждый человек, отбывающий наказание с использованием электронной системы мониторинга, имеет приемопередающее устройство в виде электронного браслета, прикрепленного к лодыжке или, в случае явных медицинских противопоказаний, к запястью. В их постоянном месте жительства установлено устройство мониторинга, гарантирующее соблюдение физическим лицом установленного судом распорядка дня. О любом отклонении от установленного режима автоматически сообщается в Центр мониторинга, где соответствующие судебные органы уведомляются об инциденте. Кроме того, устройство обеспечивает двустороннюю связь: Центр мониторинга может быть настроен на проверку наличия помех в функционировании системы, любых задержек в выполнении ежедневного графика пребывания в указанном месте или для совершения экстренных вызовов и вызова медицинской или технической помощи и т.д.[2]

Возможное использование

Основной функцией электронного мониторинга Comp является наблюдение за лицами, отбывающими наказание вне тюрьмы. Он также может использоваться для вынесения судом решения, известного как запрет стадиона, то есть запрещение участия в массовых спортивных мероприятиях.

В дополнение к пенитенциарным функциям система может использоваться для ухода за пожилыми и больными (например, с болезнью Альцгеймера). Затем браслет оснащается GPS-локатором, и каждая аномалия, возникающая по отношению к стандартному поведению человека, за которым ведется наблюдение, приводит к автоматической передаче информации в круглосуточный Центр мониторинга, который, при необходимости, может вызвать помощь и уведомить семью.

Социальные и финансовые выгоды

Лицо, отбывающее наказание в рамках электронной системы мониторинга, может функционировать практически без ограничений в своей обычной среде. Это позволяет человеку работать, проводить время со своей семьей и участвовать в их социальной и культурной жизни. Ограничение контактов с тюремным сообществом играет важную роль в случае введения комендантского срока, особенно несовершеннолетними. Кроме того, электронная система мониторинга устраняет негативные психологические и социальные последствия длительной изоляции, а также зависимость от пенитенциарной системы в том, что она берет на себя

ответственность за обеспечение основных жизненных потребностей. Это очень важный аспект с точки зрения гуманизма в системах наказания и реабилитации нарушителей комендантского режима.

Дополнительным преимуществом электронной системы мониторинга является ощутимое увеличение бюджета; сокращение расходов, связанных с обеспечением базовых условий жизни заключенных и поддержанием безопасности тюрьмы. Ее можно заменить эффективной и полностью автоматической системой управления, которая снижает затраты в пять раз.

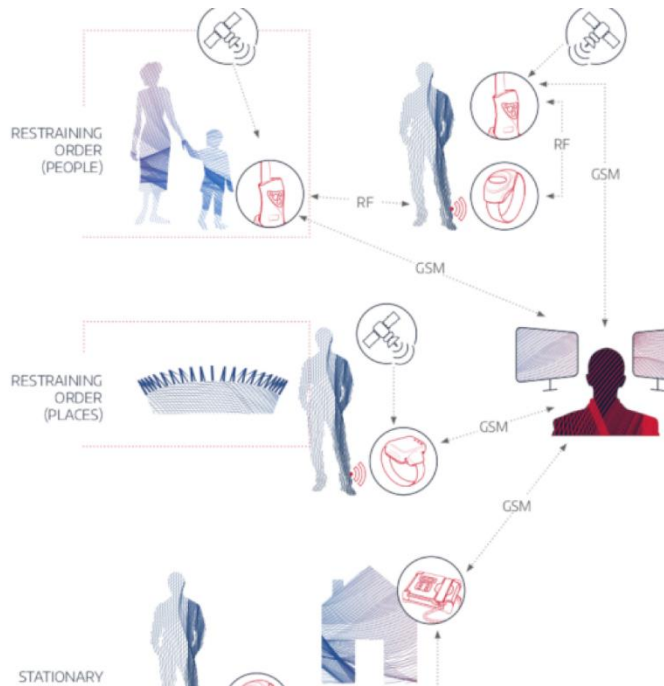


Рис. 1 – Схема работы системы электронного мониторинга

Технические характеристики

Электронная система мониторинга - это платформа, основанная на передовых технологиях и криптографических решениях, включающая все компоненты, необходимые для эффективного выполнения задач электронного наблюдения. Она была разработана с учетом приоритета безопасности при одновременном обеспечении надежной работы и простоты использования.

Системная платформа включает в себя следующее оборудование и приложения [3].



Электронная бирка - устройство, передающее закодированные радиосигналы на блок мониторинга, установленный в месте отбывания наказания. Она автоматически подтверждает, что человек остается в указанном месте в указанное время. Двусторонняя связь между меткой и приемником обеспечивает подлинность сигнала и расширенные возможности управления. Передатчик оснащен шестью датчиками, предназначенными для обнаружения любых попыток вмешательства в работу устройства, таких как разрезание браслета, перерезание оптоволоконного кабеля или сверление, а также акселерометром, датчиком температуры и датчиком приближения. Она водонепроницаема и гипоаллергенна, не прерывает работу кардиостимулятора, не ограничивает свободу движений и может использоваться беременными женщинами. Диаметр браслета подбирается индивидуально и не бросается в глаза.

Домашний блок мониторинга - радиоустройство, которое регистрирует сигналы от передатчика браслета и отправляет информацию в Центр мониторинга по каналу GSM. Поддерживает телефонную связь между операторами Центра мониторинга и отдельными лицами с функцией отправки текстовых сообщений,



которые можно просматривать на экране. Для обеспечения высочайшего уровня безопасности коммуникации RFT/ HMU и HMU/ Central System были зашифрованы с использованием мощного алгоритма AES-256. Программное обеспечение HMU может быть настроено в соответствии с требованиями заказчика, осуществляющего надзор.



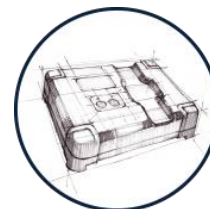
Цельный блок слежения – в браслет-передатчик встроены как GPS-модуль, так и GSM-модем, что позволяет отслеживать человека на карте в режиме реального времени и автоматически оповещать Центр мониторинга и человека, если последний входит в запрещенную зону. В местах, где сигнал GPS невозможно отследить, местоположение объекта устанавливается с помощью станций на базе GSM. Передатчик оснащен функцией горячей замены, которая устраняет перебои и простои во время замены аккумулятора.

Блок полевых активаторов - инструмент для полевых операторов, позволяющий как активировать/деактивировать устройство мониторинга, так и обслуживать его. Работает со смартфоном на базе Android, на котором установлено мобильное приложение (ТМВ), предоставляющее необходимую информацию обо всех устройствах электронной системы мониторинга в пределах досягаемости FAU.



Двухкомпонентный блок слежения - радиоустройство с модулем GPS, регистрирующее сигналы от передатчика и отправляющее информацию в Центр мониторинга по линии GSM. Эта система расширена для защиты людей, пострадавших от комендантского часа, и может использоваться для обнаружения нежелательного присутствия коменданта в их населенном пункте.

Ретранслятор - устройство, подключаемое к домашнему блоку мониторинга для увеличения приема сигнала и дальности действия в зоне наблюдения. Обнаруживает попытки использования неавторизованных устройств, дублирующих сигнал от передатчика объекта.



Инновационные решения

Электронная система мониторинга – это комплексная платформа "все в одном". Архитектура решения обеспечивает непрерывную и эффективную работу всей системы и всех ее компонентов, даже при применении обновлений и модификаций или в случае какого-либо сбоя. Система имеет функцию прогнозирования и предотвращения сбоев, с функциями удаленной диагностики проблем и решения, встроенными в устройства. Применяемая технология и фирменное программное обеспечение значительно повышают безопасность всей Электронной системы мониторинга и сокращают затраты, связанные с сервисным обслуживанием и заменой оборудования [4].

Литература

1. Улендеева, Н.И. Зарубежный опыт применения СЭМПЛ при исполнении наказаний, не связанных с лишением свободы: сборник трудов конференции. // Актуальные вопросы права, экономики и управления: IV Всероссийская научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием (Ульяновск, 29 апр. 2022 г.) / редкол.: Т.А. Макарова [и др.] – Чебоксары: ИД «Среда», 2022. – С. 233-236.
2. Street-level surveillance. Electronic Monitoring. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.eff.org/ru/pages/electronic-monitoring>
3. Бабкин, А. А. Инженерно-технические средства охраны и надзора: назначение и классификация: учебное пособие / А. А. Бабкин. - Москва: Инфра-Инженерия, 2020. – 184 с.

4. Electronic Monitoring in the Criminal Justice System. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gov.uk/government/publications/electronic-monitoring-in-the-criminal-justice-system/electronic-monitoring-in-the-criminal-justice-system>

Комкова С.В.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264 г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, д. 23
savicheva.svetlana@gmail.com*

Исследования в области визуализации сетчатки глаза человека

Данная статья посвящена обзору современных исследований, которые проведены на данный момент в области обработки сетчатки глаза человека.

Визуализация сетчатки быстро развивается, и результаты недавно завершённых исследований быстро переводятся в клиническую практику. Большая часть активных исследований выходит за рамки этого обзора, но несколько активных направлений заслуживают хотя бы базового освещения. Наиболее важные из них:

1) Портативное экономичное устройство визуализации глазного дна.

Для раннего обнаружения и скрининга оптимальным местом для размещения камер глазного дна является место, где находятся пациенты: медицинские и семейные клиники, клиники быстрого реагирования в торговых центрах и т. д. Переход от пленочных изображений к цифровым изображениям глазного дна произвел революцию в области визуализации глазного дна и сделало возможным применение телемедицины. Современные камеры по-прежнему слишком громоздки, дороги и могут быть трудны для использования неподготовленным персоналом в местах, не имеющих опыта офтальмологической визуализации.

2) Функциональная визуализация.

Для пациента, также как и для врача, результат лечения болезни в основном связан с результирующей функцией органа, а не с его структурой. В офтальмологии текущие функциональные тесты в основном субъективны и зависят от пациента, например, оценка остроты зрения и использование периметрии, которые все являются психофизическими показателями. Среди недавно разработанных «объективных» методов представлена оксиметрия, которая представляет собой метод гиперспектральной визуализации, в котором отражательная способность используется для оценки концентрации оксигенированного и деоксигенированного гемоглобина в ткани сетчатки. Принцип, позволяющий ощущать такие различия, прост: деоксигенированный гемоглобин лучше отражает более длинные волны, чем оксигенированный гемоглобин.

3) Адаптивная оптика.

Благодаря эволюционным процессам человеческий глаз и сетчатка хорошо согласованы для оптимальной зрительной производительности. Оптические свойства нормального глаза приводят к тому, что ширина функции рассеяния точки приблизительно равна размеру фоторецептора. Поэтому невозможно получить изображение отдельных клеток или клеточной структуры с помощью стандартных камер глазного дна из-за аббераций в оптической системе человека. Адаптивная оптика использует механически активируемые зеркала для коррекции аббераций волнового фронта света, отраженного от сетчатки.

4) Длинноволновая ОКТ-визуализация.

Трёхмерная ОКТ-визуализация в настоящее время является клиническим стандартом лечения ряда глазных заболеваний.

Литература

1. Комкова С.В. Предварительная обработка изображений сетчатки глаза // Естественные и технические науки. 2016, №6(96), С. 144-146.

Комкова С.В. Методика маркировки кровеносных сосудов на изображениях сетчатки глаза человека// Естественные и технические науки. 2019, №10, С. 250-252.

Королев Л. Я., Щаников С. А.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, 23
Email: madimtor@ya.ru*

Разработка АПК для работы с мемристивными устройствами в архитектуре кроссбара

В настоящее время во всем мире активно изучаются технологии создания мемристивных устройств. Потенциальные преимущества мемристоров [1] вызывают интерес к работе и экспериментам с ними не только у больших лабораторий, имеющих в своем распоряжении профессиональное оборудование, позволяющее проводить различные опыты, но и малые группы исследователей, не располагающих подобными дорогостоящими инструментами. Поэтому для получения возможности работы с мемристорами необходимо разработать компактный аппаратно-программный комплекс (АПК), позволяющий посылать различные сигналы на мемристоры, и считывать их состояние. Для разработки такого АПК [2] были изучены технические характеристики мемристоров, а именно необходимые уровни сигналов и их длительность, диапазоны токов, были подобраны соответствующие задаче комплектующие, разработаны принципиальные схемы, проведена разводка печатной платы и её изготовление.

Характеристики АПК:

- Амплитуда импульса записи ± 2.5 В
- Токи до 25мА
- Амплитуда инференса ± 0.5 В
- Минимальная длительность импульса - 15мкс
- Разрядность ЦАП - 12bit
- Разрядность АЦП - 12bit.

Разработанный АПК позволяет:

1. снимать ВАХ мемристора;
2. программировать определенный уровень сопротивления мемристора;
3. проводить оценку устойчивости заданных резистивных состояний в зависимости от времени считывания (retention);
4. проводить оценку устойчивости заданных резистивных состояний в зависимости от числа циклов РП (endurance);
5. снимать характеристики синаптической пластичности мемристора;
6. переводить мемристоры в СВС или СНС одним импульсом.

Также, для проведения экспериментов с разворачиванием нейронных сетей на мемристивных устройствах в архитектуре кроссбара были заданы следующие возможности:

Для одного кроссбара 32x8 можно сделать нейронную сеть:

1. 8 нейронов с 32 входами с униполярными весами;
2. 8 нейронов с 16 входами с биполярными весами;
3. 4 нейрона с 32 входами с биполярными весами;
4. 2 нейрона с 64 входами с биполярными весами;
5. 1 нейрон с 128 входами с биполярными весами.

В докладе рассмотрены: программный интерфейс АПК, принцип её работы, и результаты применения АПК на мемристорах.

Литература

3. Amirsoleimani A. et al. In-Memory Vector-Matrix Multiplication in Monolithic Complementary Metal–Oxide–Semiconductor-Memristor Integrated Circuits: Design Choices, Challenges, and Perspectives //Advanced Intelligent Systems. – 2020. – Т. 2. – №. 11. – С. 2000115.

Shchanikov S. et al. Modeling and hardware implementation of vector-matrix multiplier based on 32x8 1T1R memristive crossbar array //2023 7th Scientific School Dynamics of Complex Networks and their Applications (DCNA). – IEEE, 2023. – С. 249-251.

Кульков Я.Ю., Емельянов В.А.

Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264 г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, д. 23
602263, г. Муром, Орловская, 23

Алгоритм распознавания наночастиц на снимках с электронного микроскопа

Одним из ключевых аспектов исследований является изучение и анализ наноструктур, которые представляют собой материалы с размерами порядка нанометров. Эти структуры обладают уникальными свойствами и характеристиками, которые делают их привлекательными для различных применений. Задача распознавания частиц карбина является актуальной задачей в области материаловедения и нанотехнологий.

Карбин - это химическое соединение, состоящее из атомов углерода, связанных в одну линейную цепочку. Это одно из аллотропных форм углерода, наряду с графитом и алмазом. Он был открыт в 1960-х годах и имеет уникальные свойства, такие как высокая прочность и жесткость, что делает его перспективным материалом для использования в различных областях, таких как электроника, оптика и наноинженерия.

Результаты распознавания частиц карбина используются в различных областях науки и техники. Они могут использоваться для создания новых материалов, улучшения существующих технологий и разработки новых методов исследования. Также они могут быть использованы для изучения свойств карбина и его влияния на другие материалы [1,2].

Линейные углеродные цепи представляют собой одномерные структуры, состоящие из атомов углерода, соединенных между собой в одну линию. Они обладают уникальными свойствами, такими как высокая прочность, электропроводность и химическая стабильность, что делает их перспективными для использования в различных областях, включая электронику, химическую промышленность и биомедицину.

При лазерном облучении в жидких средах карбиновые цепи могут стабилизироваться за счет лазерной абляции в присутствии наночастиц золота, что приводит к закреплению концов линейных цепей на поверхности наночастиц золота и предотвращает их дальнейшее скручивание в кольца.

Однако, распознавание наночастиц золота на полученных изображениях является сложной задачей, так как они могут иметь различные конфигурации и размеры.

Во-первых, изображения, полученные с помощью электронного микроскопа, имеют очень высокое разрешение и могут содержать большое количество деталей, которые могут затруднить процесс распознавания. Во-вторых, частицы могут иметь различные формы, размеры и свойства, что также усложняет задачу их идентификации. В-третьих, на изображениях могут присутствовать различные артефакты, такие как шумы, искажения и тени, которые также необходимо учитывать при распознавании частиц. Для решения этих проблем используются различные методы и алгоритмы, такие как машинное обучение, статистический анализ и обработка изображений [3-4].

Для решения задачи обнаружения, необходимо разработать алгоритм, который в автоматическом режиме будет выделять фрагменты наночастиц на изображении. Задача состоит в разработке метода, который способен определить и выделить области на изображении, где присутствуют данные элементы, и отделить их от остальных структур и фонового шума. Автоматическое выделение наночастиц на изображении позволит ускорить процесс анализа и облегчить работу исследователей и специалистов в области материаловедения.

В связи с высокой зашумленностью схожими по цвету элементами, первым делом применяется размытие по Гауссу. Для двух измерений оно описывается формулой 1. Размер используемого ядра – 101x101.

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi r^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2r^2}} \quad (1)$$

Далее, изображение необходимо бинаризовать. Используется бинаризация по методу Оцу. Данный метод отличается от обычной пороговой бинаризации тем, что порог не задаётся, а вычисляется по формуле 2 автоматически. При вычислении порога важно сделать так, чтобы внутриклассовая дисперсия была минимальной.

$$\sigma_w^2(t) = \omega_1(t)\sigma_1^2(t) + \omega_2(t)\sigma_2^2(t) \quad (2)$$

Следующим шагом необходимо выделить границы обнаруженных объектов. Для этого используется детектор границ Кэнни.

Затем детектор Кэнни использует эту информацию для определения границ на изображении. Он вычисляет пороги для верхней и нижней границ градиента, а затем выделяет пиксели, которые превышают эти пороги.

В результате выполнения данных операций, на изображении остаются только границы объектов.

Последним выполняется преобразование Хафа. Оно, при помощи голосования (чем больше совпадений с определёнными параметрами (в случае с кругами – с градиентами рёбер) – тем больше вероятность, что это и есть искомым объектом), обнаруживает окружности на ранее обработанном изображении.

Метод Хафа (Hough Transform) используется для обнаружения объектов на изображении, которые имеют форму круга.

Для работы с методом использовались следующие параметры: минимальное расстояние между центрами – 50, суммирующее пороговое значение детектирования центров – 20, минимальный радиус – 0, максимальный радиус – 235. В результате работы метода получается список, в котором каждый круг задаётся координатами его центра и радиусом. Для наглядности окружности были отрисованы, результат можно увидеть на рис. 1а.

Полученные окружности для удобства дальнейшей работы с ними должны быть выведены на исходное изображение. Итог работы показан на рис. 1б.

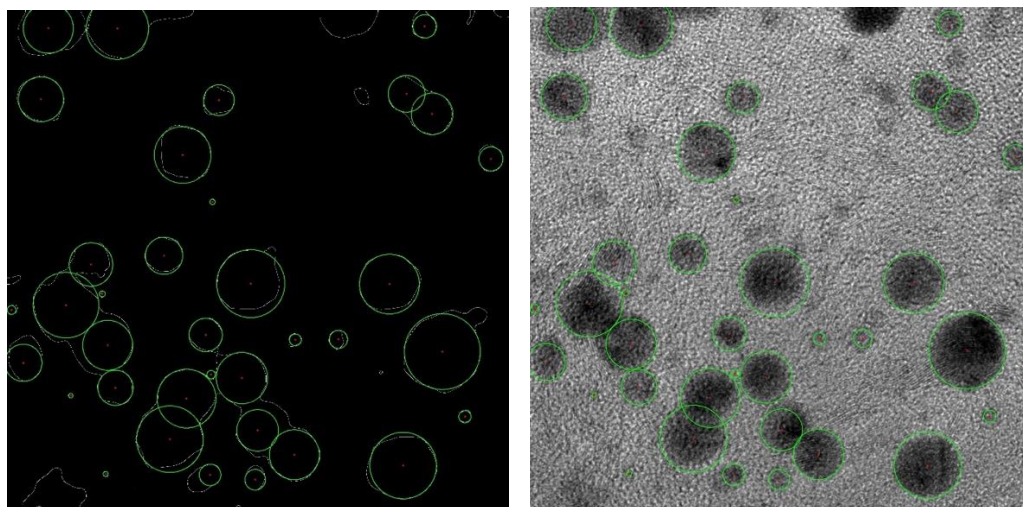


Рис. 1. Распознанные круглые объекты на изображении (а), результат работы алгоритма обнаружения (б)

Распознавание на изображениях с электронного микроскопа наночастиц необходимо для анализа их структуры и свойств, а также для определения их количественного содержания в исследуемом образце. Это позволяет изучать их свойства, разрабатывать новые материалы и оптимизировать процессы их получения и использования.

Литература

1. L. Zhao, R. He, K. T. P. Wang, and K. S. Choi, "Automated recognition of carbon nanotubes in transmission electron microscopy images," *Nano Research* 3, 764-771 (2010).
2. H. Zheng, Z. Wang, Y. Liu, L. Yang, and H. Shen, "A novel method for automated recognition of carbon nanostructures in transmission electron microscope images," *Carbon* 50, 181-192 (2012).

3. Liu, X., et al. "Detection of Carbon Nanotubes Based on Improved Hough Transform and Gray Level Co-Occurrence Matrix." *Applied Sciences* 9.15 (2019): 3111.
4. T. Hu, C. Cai, P. A. R. Adeogun, Y. Chen, and H.-J. Qin, "Automated characterization of carbon nanomaterials using deep learning," *Nanotechnology* 28, 444001 (2017).

Мареев А.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
a.v.mareev@yandex.ru*

Использование архитектуры нейросети «Трансформер» для визуальных данных в задаче классификации изображений символов маркировки

В сфере Машинного обучения на данный момент активно изучается архитектура глубоких нейронных сетей «Трансформер», в том числе её модификации для работы с визуальными данными.

В данной работе рассматривается такая модификация архитектуры глубоких нейронных сетей «Трансформер», как визуальный трансформер (Visual Transformers -ViT)[1]. ViT делит изображение на визуальные маркеры. Входная последовательность состоит из flattened vector (2D to 1D) значений пикселей фрагмента. Каждый фрагмент обрабатывается как слова в предложении в задаче NLP. Классификация выполняется с использованием MLP в качестве последнего слоя.

Целью работы является исследование применимости ViT для классификации изображений символов маркировки. Входными данными является 3000 изображений из 10 классов символов маркировки.

Для исследования применимости ViT для классификации изображений символов маркировки была использована предобученная модель нейросети на наборе данных SCUT-STW1500 с последующей точной настройкой на 10 классах символов из собственного набора. В проведенных исследованиях получена точность распознавания символов в 80%.

Литература

1. Dosovitskiy A, Beyer L, Kolesnikov A, Weissenborn D, Zhai X, Unterthiner T, et al. An image is worth 16x16 words: Transformers for image recognition at scale 2020. <http://arxiv.org/abs/2010.11929>.

Никишов Д.А., Щаников С.А.

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

Разработка программы для имитационного моделирования процесса распределенной обработки информации в нейронных сетях на базе мемристивных кроссбар массивов

Искусственные нейронные сети (ИНС) нашли применение в различных областях человеческой деятельности от развлечений до науки и зарекомендовали себя как эффективное средство решения сложно формализуемых и не формализуемых задач. С каждым годом объём обрабатываемой ИНС информации увеличивается и предъявляются всё новые требования к качественным показателям их функционирования. На эти показатели влияет не только выбранная архитектура и структура ИНС, качество их обучения, но и средства их аппаратной реализации.

Существует несколько способов аппаратной реализации ИНС – нейропроцессоры, ПЛИС, тензорные и графические процессоры. Все они являются цифровыми и выполняют базовую для ИНС операцию векторно-матричного умножения (ВМУ) в цифровом виде. В настоящее время многими производителями электроники и научными коллективами проводятся исследования применения наномемристоров (мемристоров) для ускорения выполнения ВМУ [1].

Основная причина высокого интереса разработчиков к устройствам на базе мемристоров заключается в том, что они являются более эффективным средством реализации высокопроизводительных вычислительных средств по сравнению с имеющимися средствами и технологиями [2], что подтверждается результатами исследований и мнениями экспертов в данной области, таких как Харст Саймон и Томас Стерлинг [3].

Однако несмотря на все свои преимущества такой метод реализации НС имеет свой недостаток, который связан с нестабильными электрофизическими показателями мемристоров, приводящими к погрешностям их работы. Они возникают из-за несовершенства технологии производства мемристоров и влияют на точность нейроморфных систем на базе мемристоров (НСМ) [4].

Одним из способов решения данной проблемы, является учёт погрешностей НСМ на этапе проектирования и их разработка с требуемым качеством функционирования [5]. А так как производство мемристоров является довольно сложным и дорогостоящим, то для изучения устройств на их основе, целесообразнее применять методы имитационного моделирования.

В данном докладе представлена программа для имитационного моделирования процесса распределенной обработки информации в нейронных сетях на базе мемристивных кроссбар массивов.

Литература

1. Serb A., Prodromakis T. A system of different layers of abstraction for artificial intelligence / A. Serb, T. Prodromakis // arXiv. – URL: <https://arxiv.org/abs/1907.10508> (дата обращения: 25.01.2021).
 2. Guo Y. Unsupervised Learning on Resistive Memory Array Based Spiking Neural Networks / Y. Guo // Front. Neurosci. – 2019. – Vol. 13.
 3. Галушкин А. И. Мемристивные в развитии высокопроизводительной вычислительной техники / А. И. Галушкин // Информационные технологии. – 2015. – № 2. – С. 146-156.
 4. Simulation of Inference Accuracy Using Realistic RRAM Devices / A. Mehonic, D. Joksas, W. H. Ng et al. // Front. Neurosci. – 2019. – Vol. 13.
- Борданов И. А. Современное состояние в области аппаратной реализации искусственных нейронных сетей на базе мемристоров / И. А. Борданов, С. А. Щаников, С. Н. Данилин // Телекоммуникации. – 2020. – №. 8. – С. 35-48.

Новиков А.О., Ватутин Э.И.
 Юго-Западный государственный университет
 305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94
 alexnov4616@gmail.com

О построении пандиагональных латинских квадратов с использованием алгоритма Даббагяна-Ву

В области дискретной математики и комбинаторики особый научный интерес представляют латинские квадраты (ЛК). Латинским квадратом порядка N называют матрицу размером $N \times N$, где элементы каждой строки и каждого столбца представляют собой множество элементов $\mathbb{Z}_N = \{0, \dots, N-1\}$, говоря иначе, в каждой строке и каждом столбце элемент множества \mathbb{Z}_N должен встречаться один раз [1].

Существует большое разнообразие видов латинских квадратов с различными особенностями [2]. Одной из вариаций является пандиагональные латинские квадраты (далее – ПДЛК). В таких латинских квадратах условие уникальности выполняется не только для столбцов и строк, но и для главной и побочной диагонали и параллельных им ломаных диагоналей. Можно показать, что ломанная k -я диагональ D , параллельная главной, определяется как $\{D_k\} = x_{k,(k+i) \bmod N}, i \in \mathbb{Z}_N$, параллельная побочной описывается подобным образом: $\{D_k\} = x_{k,(N-k+i) \bmod N}, i \in \mathbb{Z}_N$ [2, 3].

Обычно построение набора латинских квадратов определенного порядка N выполняется при помощи алгоритма полного перебора. Однако весьма важным недостатком такого подхода является его высокая вычислительная сложность. Поэтому данный алгоритм способен беспрепятственно выполнять построение за разумное время только для порядков $N < 10$. Поэтому для порядков $N > 9$ приходится искать иное решение проблемы.

Также, для ПДЛК порядка $N \leq 11$ известно, что они все являются циклическими. Это утверждение неверно для порядков $N > 11$. Циклические квадраты возможно построить при помощи алгоритма циклического сдвига строк, когда каждая последующая i -я строка или столбец латинского квадрата K сдвигается на определенную величину λ [2]. Данный алгоритм обладает кубической асимптотической вычислительной сложностью $t \sim O(N^3)$.

ПДЛК порядка $N > 11$ могут быть полуматричными, когда условие наличия циклических сдвигов характерно либо для строк, либо для столбцов, либо нециклическими, когда сдвиговые перестановки отсутствуют вообще [4].

Для получения коллекции этих частных разновидностей недостаточно применения вышеописанных методов, к тому же неизвестен алгоритм, позволяющий получить полный перечень ПДЛК за приемлемое время, поэтому можно сделать вывод об актуальности проблематики создания и экспериментальной проверки математических моделей и алгоритмов для построения ПДЛК и их частных вариаций.

В. Даббагяном и Т. Ву была разработана математическая модель и основанный на ней алгоритм, предназначенный для получения нециклических разновидностей ПДЛК простых порядков, определяемых выражением $n = 6m + 1$, где m – целое число. Данный алгоритм дает возможность получить перечень нециклических ПДЛК из исходных циклических [4].

Описываемый алгоритм подразделен на несколько шагов.

1. Поиск пар целых чисел $a, b \in \{1, \dots, n-1\}$ таких, что удовлетворяют следующему выражению: $a^2 + b^2 \equiv ab \pmod{n}$.

2. К каждой паре чисел a, b вычислить коэффициенты c, l , при этом $c = a - b$, а число l должно удовлетворять выражению $(a + b)l = a^2 \pmod{n}$.

3. К каждой паре a, b подобрать кортеж пар коэффициентов λ, u , где

$$(\lambda, u) \in \left\{ \left(\frac{b-a}{a+b}, -\frac{1}{3} \right), \left(\frac{a-b}{a+b}, \frac{1}{3} \right), \left(\frac{a+b}{b-a}, 1 \right), \left(\frac{a+b}{a-b}, -1 \right), \left(-\frac{b}{a}, 1 \right), \left(\frac{b}{a}, -1 \right) \right\} \pmod{n}.$$

4. Для каждого числа λ построить циклический ПДЛК порядка n , при этом λ определяет величину сдвига строк квадрата: $K_{i,j} = [\lambda i + j] \bmod n$.

5. В полученном циклическом ПДЛК необходимо выполнить следующую цепочку преобразований в каждой его строке i (здесь значение t является временным буфером для операции обмена):

1. $t := K_{i,iu}$
2. $K_{i,iu} := K_{i,iu+b}$
3. $K_{i,iu+b} := K_{i,iu+a}$
4. $K_{i,iu+a} := t$
5. $t := K_{i,iu+l}$
6. $K_{i,iu+l} := K_{i,iu+c+l}$
7. $K_{i,iu+c+l} := K_{i,iu+b+l}$
8. $K_{i,iu+b+l} := t$.

Данный алгоритм позволяет получить $6(N - 1)$ различных нециклических ПДЛК [3].

При выполнении обмена значений в строках фактически осуществляется операция циклического сдвига только в определенных выражениях ячейках квадрата, при этом в остальных ячейках изменений не происходит. Первая половина цепочки выполняет сдвиг вправо, другая – влево. В графическом виде данные операции представлены на рисунке.

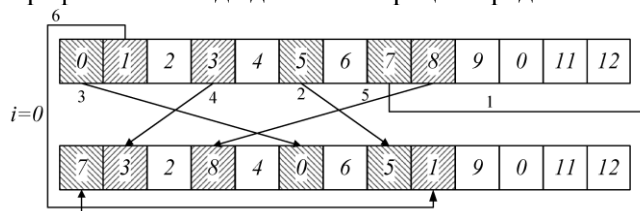


Рис. - Пример сдвиговых преобразований в строке исходного циклического ПДЛК порядка 13

Асимптотическая временная сложность данного алгоритма приблизительно оценивается как $t \sim O(N^5)$.

В процессе исследования была разработана программная реализация алгоритма Даббагына-Ву. Результаты экспериментальной проверки показали, что для порядка $N = 13$ было найдено 72 уникальных нециклических ПДЛК, что соответствует выражению $6(N - 1)$, а для порядка 19 удалось найти 108 ПДЛК.

Была проведена попытка построения при помощи алгоритма ПДЛК составных порядков, не выполняющих условию $n = 6m + 1$. В данном случае часть результатов представляла собой корректные нециклические ПДЛК, другая же не удовлетворяла условиям. Так, для порядка $N = 25$, $25 \neq 6m + 1$, было найдено всего 4 различных ПДЛК.

Путем дополнительных преобразований (поворот на углы, кратные 45, отражение, транспонирование, вращение на торе и т.д.) удалось расширить коллекции полученных ПДЛК. Так, для порядка $N = 13$ количество ПДЛК увеличилось до 1570, для $N = 19$ – до 173600, для $N = 25$ – до 210.

В дальнейшей перспективе планируется исследование и проверка других моделей и алгоритмов для построения набора ПДЛК, расчет числовых характеристик для полученной коллекции с использованием проектов распределенных грид-вычислений.

Литература

1. Keedwell A.D., Dénes J. Latin Squares and their Applications. Elsevier, 2015. 438 p. DOI: 10.1016/C2014-0-03412-0.
2. Ватутин Э.И. Специальные виды диагональных латинских квадратов // Облачные и распределенные вычислительные системы в электронном управлении (ОРВСЭУ – 2022) в рамках Национального суперкомпьютерного форума (НСКФ – 2022). Переславль-Залесский, 2023. С. 9–18.

3. Ватутин Э. И. О перечислении циклических латинских квадратов и расчете значения функции Эйлера с их использованием // Высокопроизводительные вычислительные системы и технологии. 2020. Т. 4, № 2. С. 40–48.

4. Dabbagian, V. Constructing non-cyclic pandiagonal Latin squares of prime orders / V. Dabbaghan, T. Wu // Journal of Discrete Algorithms. 2015. № 30. p. 70-77. DOI: 10.1016/j.jda.2014.12.001.

Подгорнова Ю.А.

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

Выбор критериев для распознавания доброкачественных новообразований на маммографических снимках

Маммография [1] представляет собой неинвазивный метод выявления патологий молочных желез.

Маммографический снимок [2] – это малоконтрастное рентгеновское изображение молочной железы, состоящее из фона, области молочной железы и области грудной мышцы (если снимок сделан в косой краниокаудальной проекции). Благодаря предварительной подготовке малоконтрастных маммограмм и их дальнейшей сегментации, на снимке можно выделить подозрительные области. Одной из основных задач компьютерного зрения является задача классификации найденной патологии на снимке [3]. Решением этой задачи является подтверждение гипотезы о принадлежности выделенной области к опухоли, а затем определение класса патологии (доброкачественная и злокачественная опухоль). Поскольку маммограмма является текстурным изображением, то любой маммографический снимок может быть охарактеризован вектором текстурных признаков, таких как: признаки первого порядка, признаки матрицы смежности уровней серого, признаки матрицы зон размерности серого, признаки матрицы распространения серого, признаки матрицы разности соседних пикселей серого и признаки матрицы зависимостей серого [4].

В обучающую выборку вошли маммограммы из базы маммографических снимков с подтвержденными диагнозами и местом локализации новообразований MIAS [2].

В докладе представлены результаты анализа и выбора текстурных признаков для применения в диагностике патологических образований в молочных железах по маммографическим снимкам.

Литература

1. Высоцкая И. В. Клинические рекомендации Российского общества онкомаммологов по профилактике рака молочной железы, дифференциальной диагностике, лечению предопухолевых и доброкачественных заболеваний молочных желез / И. В. Высоцкая, В. П. Летагин, В. Г. Черенков и др. // Опухоли женской репродуктивной системы. 2016. Т. 12, № 3. С. 43-52.
2. Podgornova Y.A., Sadykov S.S. Detection of malignant breast tumors on the background of fibrocystic breast disease // CEUR Workshop Proceedings. IPERS-ITNT 2018 - Proceedings of the International Conference on Information Technology and Nanotechnology - Session: Image Processing and Earth Remote Sensing. 2018. С. 177-183.
3. Тымчук А.И. Классификация текстур на основе матриц смежности и нейронной сети // Перспективы науки. 2020. № 7 (130). С. 54-58
4. Ayaka Sakai, Yuya Onishi, Misaki Matsui A method for the automated classification of benign and malignant masses on digital breast tomosynthesis images using machine learning and radiomic features// Radiological Physics and Technology 2020 Mar;13(1):27-36. doi: 10.1007/s12194-019-00543-5.

Сахаровский Т. М., Симаков Р. А.

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

Методы и подходы к реализации шардинга в базах данных

Шардинг или сегментирование — это архитектурный паттерн базы данных, связанный с горизонтальным разделением - практикой разделения строк одной таблицы на несколько различных таблиц, называемых разделами. Каждый раздел имеет одну и ту же схему и столбцы, но при этом совершенно разные строки. Аналогичным образом, данные, хранящиеся в каждом из них, уникальны и не зависят от данных, хранящихся в других разделах.

Шардинг предполагает разбиение данных на два или более мелких фрагмента, называемых логическими шардами. Затем логические блоки распределяются по отдельным узлам базы данных, называемым физическими блоками, которые могут содержать несколько логических блоков. Несмотря на это, данные, хранящиеся во всех шардах, в совокупности представляют собой цельный логический набор данных.

Шарды баз данных представляют собой пример архитектуры “shared nothing”. Это означает, что шарды автономны; они не используют одни и те же данные или вычислительные ресурсы. Однако в некоторых случаях имеет смысл реплицировать определенные таблицы в каждый шард, чтобы они служили справочными таблицами.

При выполнении запросов или распределении входящих данных по разделяемым таблицам или базам данных очень важно, чтобы они попадали в правильный шард. В противном случае это может привести к потере данных или мучительно медленным запросам. Основными методами шардинга являются:

- Шардинг на основе диапазона;
- Шардинг на основе ключей;
- Шардинг на основе каталогов;
- Шардинг на основе расположения;
- Вертикальный шардинг.

Также важной частью в реализации шардинга являются подходы к реализации транзакций.

В базах данных транзакция — это набор операций, которые необходимо выполнить с данными. Обычно транзакция представляет собой операцию по принципу «все или ничего»: все операции должны завершиться успешно, а если это невозможно, нужно отменить все операции [1].

Однако, в случае сегментирования базы данных появляется необходимость использовать параллельные транзакции к различным шардам. Для этого используются методы распределённых транзакций.

Распределённая транзакция — это также набор операций, которые необходимо выполнить с данными, но они привязаны к более чем одному аппаратному узлу. Таким образом вместо того, чтобы записывать изменения, связанные с транзакцией на жесткий диск единой базы данных, изменения записываются в несколько разных узлов базы данных.

Распределённые транзакции, как и обычные, должны следовать 4 свойствам (ACID) [2]: Атомарности, Устойчивости, Согласованности и Изоляции.

Однако, по сравнению с обычными транзакциями распределённые транзакции сталкиваются со следующими проблемами [3]:

1. Атомарность. Для автономных транзакций использование журнала отмены и журнала отката гарантирует полную фиксацию или полный откат. Однако в распределённых транзакциях задействовано несколько физических узлов, каждый из которых отличается от другого. Журналы одних узлов могут быть записаны успешно, а других - нет.

2. Нестабильность сети. Для автономной машины связь стабильна, и на любую операцию можно ответить, успешна она или нет. Однако в случае распределённых транзакций сеть

нестабильна, и ответ на операцию, может быть, не получен. Таким образом, возникает проблема, обеспечение доступности распределенных транзакций (очистка и восстановление нештатных транзакций и т. д.).

3. Управление параллелизмом. С появлением MVCC линейризуемость операций стала необходимым требованием. Глобальное увеличение числа транзакций может быть легко осуществлено в автономной базе данных, но не в распределенном сценарии. Для того, чтобы решить данные проблемы обычно используют одну из нижеследующих спецификаций:

- Двухфазный коммит (2PC)/XA;
- SAGA;
- TCC (Try, Confirm, Cancel);
- Распределенные транзакции на основе транзакционных сообщений (TMB);
- Распределенные транзакции на основе локальных сообщений (LMB)

Литература

1. Ahmed K. Elmagarmid. Transaction Models for Advanced Database Applications. / MorganKaufmann, 1992.
2. Jim Gray. The Transaction Concept: Virtues and Limitations. / Proceedings of the 7th International Conference on Very Large Databases. Cupertino, California, USA: Tandem Computers. 1981. – 144 – 154 с.
3. Chang Yao, Meihui Zhang, Qian Lin, Beng Chin Ooi, Jiatao Xu. Scaling distributed transaction processing and recovery based on dependency logging. / The VLDB Journal 27, 2018. - 347–368 с.