

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию
Григорьева Евгения Константиновича
«Поиск и применение циклических квазиортогональных матриц в задачах
обработки информации»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка
информации, статистика

Содержание диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка использованных источников, и трех приложений, содержит 129 страниц текста, 174 источника информации.

Во введении обосновывается актуальность темы исследования, сформулированы цель, задачи, научная новизна и практическая значимость работы.

В первом разделе диссертации вводятся основные определения из теории матриц, проведен анализ используемых на практике ортогональных и квазиортогональных матриц на предмет их структуры и количества уровней. Подробно рассмотрены малоуровневые квазиортогональные матрицы Адамара, Мерсенна, Эйлера и Ферма, методы их поиска, а также их структуры и порядки существования.

Во втором разделе обосновывается поиск матриц циклической структуры, перечислены известные некомбинаторные подходы к поиску двухуровневых матриц. Предлагается новый подход к поиску матриц основанный на связи теории матриц и задаче поиска кодовых последовательностей (КП) с одноуровневой периодической автокорреляционной функцией, проведен обзор указанных КП. Предложен новый метод поиска матриц, на основе указанных связей. Рассмотрены примеры поиска матриц при помощи предлагаемого метода.

В третьем разделе проведен обзор вариантов применения двухуровневых квазиортогональных матриц в задачах поиска КП с хорошими корреляционными свойствами, а также сжатия, маскирования и помехоустойчивого кодирования изображений. Предложен метод матричного маскирования аудиоданных, а также описана последовательность действий для предобработки аудиофайлов перед их маскированием.

В четвертом разделе представлены результаты анализа корреляционных характеристик КП основанных на строках найденных циклических квазиортогональных матриц по известным критериям, а также их сравнение с известными КП на основе разностных множеств Адамара. Проведен анализ спектральных характеристик результатов матричного маскирования визуальных данных для выявления наличия или отсутствия закономерностей в амплитудном и фазовом Фурье спектре маскированных визуальных данных.

Представлены результаты маскирования аудио данных, а также предложен подход к оценке качества маскирования данных.

В заключении приводятся наиболее существенные результаты работы.

В приложения вынесены два акта о внедрении результатов работы, а также копии свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ и патента на изобретение.

Актуальность темы диссертационной работы

В современных условиях глобальной цифровой трансформации и роста объемов сохраняемой, передаваемой по сетям и обрабатываемой информации особую значимость приобретают методы эффективной обработки данных, в частности, ее эффективного кодирования, сжатия и защиты. К числу самых распространенных математических инструментов, позволяющим решать такие задачи, являются матричные преобразования.

Увеличение объемов данных, подлежащих обработке, стимулирует попытки разработчиков использовать матрицы как можно более простой структуры, так как это позволяет снизить требования к памяти и производительности цифровых систем, реализующих процессы обработки данных. Не случайно поэтому в процессах системного анализа широкое применение находят матрицы Адамара-Уолша, простая структура которых позволяет решать в реальном масштабе времени многие задачи обработки информации, включая задачи кодового разделения каналов. Коды, получаемые из строк или столбцов данных матриц, представляют собой ортогональные группы, используемые, например, при построении систем мультиплексирования или множественного доступа. В системах, поддерживающих большее количество пользователей, простая структура позволяет использовать матрицы высоких порядков, создавать эффективные архитектуры систем обработки и удовлетворять требования к производительности.

Однако при практических внедрениях оказывается, что известные ортогональные матрицы не покрывают все порядки числового ряда, что снижает гибкость цифровых систем обработки информации и их потенциальную производительность. В связи с этим разработка новых методов поиска ортогональных или квазиортогональных матриц простых структур представляет собой актуальную научную задачу, востребованную во многих проектах системного анализа.

Приведенные аргументы позволяют считать тему диссертационной работы актуальной и имеющей заметное практическое значение.

Научная новизна и достоверность полученных результатов, выводов и рекомендаций

Новизна научных результатов, представленных в диссертации, является следствием разработки оригинальных методов обработки данных, позволяющих синтезировать структурированные ортогональные и

квазиортогональные матрицы с двумя значениями элементов, пригодные для использования при создании сложных цифровых систем обработки сигналов, помехоустойчивого кодирования и обеспечения конфиденциальности информации.

Научной новизной обладают следующие результаты:

- численный метод поиска двухуровневых циклических квазиортогональных матриц на основе анализа взаимосвязей между матрицами максимума детерминанта и кодовыми последовательностями с хорошими корреляционными свойствами, востребованный, в частности, при обработке данных в системах связи с кодовым разделением каналов или ММО-радиолокации;

- метод поиска квазиортогональной матрицы из матрицы Адамара с циклическим «ядром» при помощи циклического сдвига разностного множества Адамара, имеющей на единицу меньший порядок и связанной с этим «ядром»;

- системный подход к оценке качества результатов маскирования аудио и визуальной информации на основе их сравнительного анализа с белым шумом, позволяющий оценить степень защищенности маскированной информации.

Достоверность и степень обоснованности научных положений, выводов и результатов диссертационной работы подтверждается корректностью постановки научно-технической задачи и результатами моделирования. Полученные результаты не противоречат результатам исследований, опубликованных в открытых отечественных и международных изданиях, проведенных ранее по тематике, близкой к диссертационной работе. Разработанный метод и алгоритмы на его основе внедрены в практику, получены соответствующие свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ и патент на изобретение.

Результаты диссертационной работы получили широкую апробацию на международных конференциях.

Текст диссертации написан хорошим научным языком, структура диссертационной работы логична и соответствует действующим нормам и правилам. Работа носит законченный характер и является оригинальным научным исследованием. Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертационной работы.

Главные результаты работы изложены в 32 работах, из них 5 статей в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень изданий, рекомендуемых ВАК Министерства высшего образования и науки Российской Федерации, 4 работы в изданиях индексируемых в международных базах цитирования и 5 работ в иных изданиях и материалах конференций.

Практическая ценность полученных результатов

Практическая ценность полученных результатов диссертационной работы состоит в пополнении набора квазиортогональных матриц с двумя

значениями элементов, что способствует расширению круга и размера задач с ортогональными преобразованиями, а также в расширении математического базиса кодирования за счет вычисления новых структурированных квазиортогональных персимметричных матриц как основы синтеза новых сложных кодов, кодовых комбинаций и кодо-модулированных сигналов. Данный результат является практически значимым при разработке современных помехоустойчивых кодов и комбинаций вложенных кодовых последовательностей различной длины. Полученные результаты являются базой для разработки новых радиотехнических устройств и систем нового поколения, предназначенных для обнаружения, оценки координат и формирования радиолокационного изображения, а также новых методов помехоустойчивой и скрытой передачи данных в условиях сложной помеховой обстановки.

Полученные результаты могут использоваться в учебном процессе на уровне магистратуры и аспирантуры при чтении курсов теоретического и прикладного характера, таких как «Ортогональные преобразования», «Защита сетей от несанкционированного доступа» и др.

Практическую ценность результатов диссертации характеризует наличие актов внедрения, патента на изобретение и большое число свидетельств о регистрации программ для ЭВМ.

Вопросы, возражения и замечания по содержанию и оформлению диссертационной работы

По диссертации имеется ряд вопросов и замечаний:

1. Чем обусловлен поиск предлагаемых матриц с вещественными значениями элементов? Вещественные значения элементов добавляют погрешности при вычислениях с использованием предлагаемых матриц, в отличие от, например, матриц Адамара и Белевича.

2. Автор работы заявляет (стр. 32), что найденные предлагаемым методом матрицы являются ядром матриц Адамара, однако при рассмотрении примеров (стр. 40-47) отсутствуют конкретные подтверждения данного утверждения.

3. На стр. 33 кратко описаны подходы к поиску квазиортогональных матриц, однако отсутствует сравнение с ними предлагаемого метода. Не до конца ясно преимущество предложенного метода поиска матриц.

4. В диссертационной работе (раздел 4.1) предложены кодовые последовательности с алфавитом $\{1, -b\}$, однако « b », как следует из текста диссертации, является вещественным числом. В тексте работы отсутствуют пояснения как могут быть практически сформированы сигналы на основе предлагаемых кодовых последовательностей. Кроме того, не обозначены целевые системы и конфигурации, для которых данное решение может быть эффективно.

5. В разделах 3 и 4 при рассмотрении методов маскирования не рассматриваются возможные атаки на передаваемую по открытому каналу информацию, а также возможные потери при передаче.

6. В диссертационной работе при анализе спектральных характеристик маскированных изображений (раздел 4) было использовано только одно тестовое изображение. Не ясно, можно ли обобщить полученные результаты на остальные изображения.

7. В заключении диссертации недостаточно освещен вопрос дальнейших направлений исследований по теме диссертационной работы.

8. В работе встречаются опечатки и стилистические неточности.

Общее заключение

Диссертационная работа Григорьева Евгения Константиновича «Поиск и применение циклических квазиортогональных матриц в задачах обработки информации» является законченной научно-квалификационной работой. Диссертация соответствует следующим пунктам паспорта специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика: 3, 4, 5, 12.

В диссертации решена востребованная разработчиками сложных цифровых систем научная задача по разработке метода и алгоритмов на его основе для поиска структурированных квазиортогональных малоуровневых матриц. Диссертация отвечает критериям, изложенным в п.9 «Положения о присуждении ученых степеней» утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842 (с изменениями). Автореферат полностью отражает основное содержание диссертационной работы.

Диссертационная работа «Поиск и применение циклических квазиортогональных матриц в задачах обработки информации» заслуживает положительной оценки, а ее автор – Григорьев Евгений Константинович – присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 - Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

« 21 » августа 2025 г.

Официальный оппонент,
профессор кафедры «Информационных систем и технологий» ФГБОУ ВПО
«Санкт-Петербургский государственный экономический университет»,

д.т.н., профессор

М.О. Колбанёв



Сведения об оппоненте:

Колбанёв Михаил Олегович, гражданин Российской Федерации, доктор технических наук по специальностям 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации» и 05.13.13 – «Телекоммуникационные системы и компьютерные сети», профессор по кафедре информационных управляющих систем, профессор кафедры «Информационных систем и технологий» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный экономический университет».

Сайт: <https://unecon.ru/>

Адрес: Россия, 191923, г. Санкт-Петербург, наб. кан. Грибоедова, д.30-32, лит. А.

Тел. +7(921) 433-33-50. E-mail: mokolbanev@mail.ru

Сведения об оппоненте:

Колбанёв Михаил Олегович, гражданин Российской Федерации, доктор технических наук по специальностям 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации» и 05.13.13 – «Телекоммуникационные системы и компьютерные сети», профессор по кафедре информационных управляющих систем, профессор кафедры «Информационных систем и технологий» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный экономический университет».

Сайт: <https://unecon.ru/>

Адрес: Россия, 191923, г. Санкт-Петербург, наб. кан. Грибоедова, д.30-32, лит. А.

Тел. +7(921) 433-33-50. E-mail: mokolbanev@mail.ru