

ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертации

Резаиана Наима

«Методика семантического анализа мультимодальных больших данных на основе применения методов машинного обучения»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

Актуальность темы диссертации

Диссертация посвящена разработке методики семантического анализа больших мультимодальных данных на основе методов машинного обучения с использованием тензорных представлений и низкоранговых аппроксимаций. В современных информационных системах возрастают объёмы и сложность обрабатываемых данных, которые всё чаще имеют мультимодальный характер. Существующие подходы к мультимодальному анализу, как правило, либо ориентированы на отдельные модальности, либо используют упрощённые схемы слияния признаков, не учитывающие сложную многомерную структуру данных и различия в статистике модальностей. Это приводит к потере части семантической информации и снижению качества принимаемых решений. Автор показывает, что переход к тензорным представлениям и разработка специализированных алгоритмов слияния и восстановления данных – ключевые направления развития методологии обработки и интеграции мультимодальных данных.

Актуальность работы подтверждается как теоретическими, так и прикладными задачами обработки мультимодальных данных в условиях ограниченных ресурсов и больших объёмов обрабатываемой информации.

Обоснованность научных положений и выводов

Научные положения и выводы диссертации основаны на глубоком теоретическом анализе существующих подходов (рассмотрены более 13 современных методов слияния), на оригинальных математических разработках автора, а также на использовании современного математического аппарата тензорных разложений и рандомизированных численных методов. Обоснованность предлагаемых решений обеспечивается корректным выбором наборов данных, проведением сравнительных экспериментов с базовыми методами, в которых продемонстрировано улучшение качества при сопоставимой или меньшей вычислительной сложности. Все ключевые утверждения подкреплены строгими доказательствами сходимости, оценками вычислительной сложности и результатами масштабных вычислительных экспериментов.

Научная новизна результатов диссертационного исследования

Научная новизна результатов заключается в следующем.

- 1) Предложен новый подход к анализу мультимодальных данных на основе тензорного представления, когда слияние модальностей реализуется через компактные тензорные форматы, позволяющие эксплицитно моделировать высокопорядковые взаимодействия.
- 2) Разработан метод мультимодального слияния на базе Tensor Ring-разложения, обеспечивающий более полное моделирование сложных и циклических межмодальных зависимостей.
- 3) Разработаны и адаптированы одношаговые рандомизированные алгоритмы для низкоранговой тубальной аппроксимации тензоров, обеспечивающие фиксированную точность и значительное снижение вычислительной сложности по сравнению с классическими усеченными алгоритмами T-SVD и T-CUR.

Важным достижением является разработка тензорной методики интеграции мультимодальных больших данных, удаления шума и восстановления недостающей информации. Предложенный подход учитывает взаимосвязи между модальностями и использует низкоранговые тензорные разложения, что позволяет существенно повысить достоверность, устойчивость, скорость и точность последующего семантического анализа.

Практическая значимость работы

Практическая значимость исследования заключается в разработке вычислительных и программных средств для эффективной интеграции и анализа мультимодальных данных. Предложенные тензорные алгоритмы обеспечивают объединение разнородных источников информации с сохранением их взаимных зависимостей, что повышает точность и устойчивость работы нейронных сетей. Разработанные методы подавления шума и восстановления недостающих данных позволяют применять их при обработке неполных и зашумлённых выборок, в том числе, для задач сжатия изображений и видео, суперразрешения и предобработки данных для глубокого обучения.

Предложенная методика может быть использована в фундаментальных и прикладных научных исследованиях, при проектировании промышленных систем обработки мультимодальных данных. Кроме того, она обладает высоким потенциалом для применения в медицине, в частности, при обработке МРТ- и КТ-изображений, где требуется восстановление шумных или частично утраченных данных для повышения качества диагностики.

Достоверность полученных результатов

Научные положения, выводы и рекомендации диссертации являются достоверными благодаря применению строгих методов математического моделирования, тензорного анализа и современных алгоритмов машинного обучения. Достоверность полученных результатов подтверждается сравнением с 13 современными методами слияния данных, проведением экспериментов на публичных датасетах, например, наборе данных Kodak, демонстрацией статистически значимого улучшения метрик MAE (средней абсолютной ошибки), PSNR (пикового отношения сигнала к шуму) и точности детекции.

Замечания к работе

1. В отдельных фрагментах, особенно в описании известных методов из обзора (например, HighMMT, DynMM), имеются небольшие стилистические неоднородности: чередование русских и английских терминов без единообразного указания оригинального названия и перевода.
2. В работе акцент сделан на тензорах третьего порядка. В этой связи возникает вопрос: как автор видит обобщение предложенных методов на тензоры более высокой размерности (четвертого и выше)?
3. В диссертации используются рандомизированные алгоритмы тубальной аппроксимации с заданной точностью. Однако соискателем не показано, как соотносятся полученные теоретические оценки погрешности и выбор параметров в численных экспериментах.
4. В сравнении не приведены наиболее современные трансформерные методы слияния.

Указанные замечания не влияют на положительную оценку диссертации, которая является законченной научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальной научной задачи, имеющей важное научное и практическое значение.

Заключение

Диссертант глубоко разобрался в вопросах обработки и интеграции мультимодальных данных, тензорного анализа. Рассматриваемые в работе подходы относятся к числу современных и весьма непростых методов, требующих понимания как математических основ тензорных разложений, так и практических аспектов реализации алгоритмов. Выполнены масштабные вычислительные эксперименты на реальных и публичных датасетах, обеспечив воспроизводимость результатов и их сопоставимость с современными методами. Представлены разносторонние эксперименты, подтверждающие эффективность предложенных реше-

ний, а также проведен содержательный анализ полученных зависимостей и ограничений методов.

Считаю, что диссертационная работа Резаиана Наима «Методика семантического анализа мультимодальных больших данных на основе применения методов машинного обучения» соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, отвечает критериям, установленным разделом II Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» (утв. ученым советом РУДН 22.01.2024), а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Главный ученый секретарь АО «ЦНИИмаш»,
доктор технических наук (05.07.09)



Клюшников Валерий Юрьевич

12.12.2025

Акционерное общество «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения»
(АО «ЦНИИмаш»)

Почтовый адрес: 141070, Московская обл., г. Королёв, ул. Пионерская, д. 4

Телефон: +7(495)513-59-51

E-mail: corp@tsniimash.ru