

УТВЕРЖДАЮ

Ректор НГУ

профессор М.П.Федорук



2014 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Кадена Ласлуиса Луис Рауль «Алгоритмическое обеспечение решения задач геометрического анализа визуальных данных специализированной информационной системы», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (космические и информационные технологии).

Актуальность для науки и практики

В диссертационной работе Кадена Ласлуиса Луис Рауль рассматриваются вопросы, связанные с повышением качества обработки и интерпретации визуальных данных путем модификации алгоритмического обеспечения решения задач геометрического анализа на основе вейвлет- и шиарлет-преобразований. Актуальность работы обусловлена важностью прикладных задач экологического мониторинга для решения которых в части геометрического анализа визуальных данных вейвлет- и шиарлет-преобразования могут дать существенных эффект. Это связано с проблемами повышения точности выделения контура на изображении, повышения эффективности сжатия визуальных данных, построения нелинейных аппроксимационных моделей на основе данных наблюдений экологического мониторинга.

В представленной диссертационной работе соискатель рассматривает проблему повышения качества обработки и интерпретации визуальных данных путем модификации алгоритмического обеспечения решения задач геометрического анализа на основе вейвлет- и шиарлет-преобразований.

В диссертации основное внимание уделено исследованию задач геометрического анализа визуальных данных, решению задач аппроксимации и фильтрации пространственно-временных данных на основе функции Хаара и вейвлета Хаара, комплексной обработки и интерпретации данных

экологического мониторинга с помощью построения нелинейных многопараметрических регрессионных (аппроксимационных) моделей.

В диссертационной работе Кадена Ласлуиса Луис Рауль решена актуальная научно-техническая задача разработки и модификации методов и алгоритмов обработки сигналов и изображений экологического мониторинга, что является существенным вкладом в теорию и практику обработки и анализа визуальной информации.

Основные научные и практические результаты

1. Модифицирован метод геометрического анализа визуальных данных экологического мониторинга, основанный на шиарлет- и вейвлет-преобразованиях, повышающий точность выделения линейных структур и визуальное качество изображений изучаемых объектов путем выбора соответствующего алгоритма шиарлет-преобразования в зависимости от решаемой задачи. На основе разработанной автором вычислительной методики и применения исследуемых алгоритмов шиарлет-преобразования (A , B , C , D) решаются базовые задачи экологического мониторинга в рамках специализированной информационной системы: разделение точек и кривых на изображениях; выделение контура объектов на изображениях; фильтрация шума на визуальных данных.

2. Модифицирована методика обработки сигналов и изображений на основе вейвлета Хаара за счет выбора коэффициентов сжатия, что позволило эффективно решать задачу сжатия информации и тем самым повысить объемы хранения информации в базе данных специализированной информационной системы. В рамках кратномасштабного анализа соискателем выполнено исследование алгоритма сжатия изображения на основе вейвлета Хаара. Изучены зависимости качества исследуемых изображений от коэффициента сжатия и степени сжатия от коэффициента сжатия. Получены также зависимости изменчивости степени сжатия для исследуемых наборов изображений.

3. Усовершенствована вычислительная методика построения нелинейных моделей (учет гладкости данных и оценка количества гармоник при заданной точности построения аппроксимационной функции), основанная на быстрой многопараметрической нелинейной регрессии, включая вейвлет-анализ данных, позволяющая с повышенной точностью решать задачи экологического мониторинга (с оценкой ошибки 1–2 %).

Автором предложена вычислительная процедура для оценки параметра гладкости и количества гармоник в зависимости от типа данных и точности построения аппроксимационной функции. В рамках усовершенствованной методики представлено решение задачи вейвлет-анализа в сочетании с нелинейной регрессией для обработки сложных сигналов ЭКГ. Решена задача установления регрессионной зависимости заболеваемости от факторов окружающей среды на основе анализа данных наблюдений.

В рамках экспериментальных исследований соискателем выполнен анализ данных экологического мониторинга, которые представлены в базе

данных информационной системы, содержащей специализированную информацию обо всех муниципальных образованиях и городах Красноярского края. Приведены результаты построения модели выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в городах Красноярского края в 2012 г., а также построения модели динамики выбросов загрязняющих веществ в атмосферу с учетом выбросов Норильского промрайона.

Выполнены экспериментальные исследования разработанного алгоритмического обеспечения при решении актуальных задач экологического мониторинга в рамках специализированной информационной системы. Для алгоритмов шпатель-преобразования *B* и *C* отмечены наилучшие варианты (с учетом условий яркости и контрастности) решения задачи шумоподавления для различных наборов изображений на основе количественных оценок (метрик) и оценок визуального восприятия качества изображений. Экспериментальные исследования задачи сжатия изображения показали, что вейвлеты Haar и Daubechies 6 дают лучшее качество изображений по сравнению с другими вейвлетами, при этом алгоритм на основе вейвлета Хаара обладает большим быстродействием. Применение вейвлета Хаара для коэффициента сжатия в диапазоне 8–10 дает оптимальное качество изображения и степени сжатия по сравнению с расчетами на основе других вейвлетов с учетом яркости и контрастности изображений. При этом выяснено, что в зависимости от исходных данных степень сжатия находится в диапазоне 1.7–4.2, что является значительным для хранения специализированных данных. Эти результаты получены также на основе количественных оценок (соответствующих метрик) и оценок визуального восприятия качества изображений.

В рамках предобработки данных наблюдений автором предлагается алгоритм построения ранговых распределений и его последующее использование в целях ранжирования экологических объектов. Для оценки качества анализируемой информации об экологическом объекте предлагается такой показатель как коэффициент альфа-Кронбаха. Показано, что для выполненных экспертиз объектов коэффициент альфа-Кронбаха α превышает значение 0,8. Представлено краткое описание программной оболочки специализированной информационной системы, в рамках которой разрабатывается алгоритмическое обеспечение.

Предложенные в диссертационной работе модифицированные метод, методики и алгоритмы соответствуют современному уровню развития алгоритмического обеспечения обработки сигналов и визуальных данных. Это подтверждается внедрением материалов диссертационной работы в практику обработки данных в лабораторию «Информационные технологии геодинимического и экологического мониторинга» ФГБУН СКТБ «Наука» КНЦ СО РАН и на кафедру урологии КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого для повышения качества обработки и интерпретации визуальных данных при решении задач мониторинга и томографии, а также в учебный процесс ФГАОУ ВПО «Сибирского федерального университет (г. Красноярск).

Рекомендации по использованию

Материалы диссертационной работы рекомендуются к использованию в организациях, специализирующихся на разработке программного обеспечения систем обработки визуальных данных в различных предметных областях.

Значимость диссертации для науки и практики

В диссертационной работе исследовалась проблема повышения качества обработки и интерпретации визуальных данных путем разработки новых алгоритмических средств решения задач геометрического анализа, основанных на вейвлет- и шиарлет-преобразованиях.

Модифицирован метод геометрического анализа визуальных данных экологического мониторинга, основанный на шиарлет- и вейвлет-преобразованиях, что позволило существенно повысить точность выделения линейных структур и визуальное качество изображений изучаемых объектов. Модифицированный алгоритм *A* рекомендуется для решения задачи выделения контура объектов на изображении, модифицированный алгоритм сравнимый по точности с классическими алгоритмами Собела и Превитта. Алгоритм *B* рекомендуется для решения задач шумоподавления изображения, показано повышение качество шумоподавления на 22–26 % по сравнению с алгоритмом *C*. Алгоритм *C* рекомендуется для решения задач шумоподавления и разделения изображений, достигнуто повышение точности решения задачи разделения на 5–12 % по сравнению с применением кервлетов.

Модифицирована методика обработки сигналов и изображений на основе вейвлета Хаара, что позволило эффективно решать задачу сжатия информации и тем самым значительно повысить объемы хранения информации в базе данных специализированной информационной системы. Рекомендуется применение вейвлета Хаара для решения задачи сжатия изображения с коэффициентом сжатия в диапазоне 8–10 для получения оптимального качества изображения, степени сжатия и быстродействия алгоритма. Алгоритм на основе вейвлета Добеши близок по качеству к алгоритму вейвлета Хаара, различие составляет 1–5%, но уступает ему по быстродействию (на 30-40 % медленней). Эти результаты получены на основе количественных оценок и оценок визуального восприятия качества изображений.

Усовершенствована вычислительная методика построения аппроксимационных функций, основанная на быстрой многопараметрической нелинейной регрессии, позволяющая с повышенной точностью решать задачи аппроксимации и визуализации данных экологического мониторинга (с оценкой ошибки 1–2 %). Представлены рекомендации для построения нелинейных аппроксимационных моделей для соответствующих типов данных в зависимости от выбора уровня гладкости и числа гармоник при заданной точности построения искомой зависимости:

для построения функции тренда параметр гладкости выбирается в диапазоне 0.5-1, количество гармоник в диапазоне 3-5; для построения гармонических функций параметр гладкости – 10-50, количество гармоник – 3-5; для построения не гладких функции, а также для построения различного вида импульсных сигналов – 100-2000, где количество гармоник выбирается из условия – число отсчетов минус 1.

Предложенные в диссертационной работе модифицированный метод геометрического анализа, модифицированная методика вейвлет-преобразования Хаара и усовершенствованная вычислительная методика нелинейной многопараметрической регрессии предназначены для практического применения в программно-аппаратных комплексах обработки сложных сигналов и изображений, а также для построения аппроксимационных моделей с целью повышения качества обработки и анализа визуальных данных, полученных в рамках экологического мониторинга.

Диссертация содержит 155 страниц основного текста, список литературы состоит из 166 наименований. Основные результаты диссертационных исследований опубликованы в 30 печатных работах, включая 4 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Автореферат полностью соответствует основному содержанию диссертации.

Замечания по диссертационной работе:

1. В первой главе рассмотрены два алгоритма *A* и *C* (в представленной в работе классификации), не совсем ясно, как осуществлялся выбор алгоритмов *B* и *D*.

2. В третьей главе обоснование предложенных условий для усовершенствования вычислительной методики представлено схематично и требует дополнительных пояснений, например, исходя из результатов последующих расчетов при решении конкретных задач.

3. В экспериментальной части исследований не приведены результаты тестирования изучаемых алгоритмов на примере изображений большей размерности.

4. В отдельных случаях анализ результатов обработки данных чрезмерно краток, например, результаты, представленные на рисунках 1.4.2 нуждаются в более развернутом пояснении. В первой главе в обзоре присутствуют трудно читаемые формулы (с. 22-23), во второй главе информативность рисунков 2.5.3 и 2.5.4 вызывает сомнения, также отмечено некоторое количество опечаток в тексте (например, с. 44).

Заключение по диссертационной работе в целом

В целом можно считать, что диссертация Кадена Ласлуиса Луис Рауль является законченной научной работой. Полученные результаты могут использоваться при решении сложных задач обработки сигналов и изображений, при построении нелинейных регрессионных моделей данных

экологического мониторинга. Несмотря на отмеченные недостатки, считаем, что представленная диссертационная работа имеет внутреннее единство от постановки задачи и до ее практического решения, обладает научной и практической новизной, соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

По объему, научной новизне и значимости результатов представленная диссертационная работа удовлетворяет критериям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Кадена Ласлуиса Луис Рауль заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (космические и информационные технологии).

Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден на заседании бюро кафедры Систем информатики факультета информационных технологий Новосибирского государственного университета (протокол №3 от 04 сентября 2014 г.).

Проректор по информатизации,
заведующий кафедрой
Систем информатики
д.ф.-м.н., профессор

Лаврентьев М.М.

Секретарь кафедры
Систем информатики

Держо М.А.

(383) 363-40-25,
факс (383) 363-40-25,
dekanat@ccfit.nsu.ru

