Ульяновский государственный университет
ул. Л. Толстого 42
432970 Ульяновск Россия
08.12.2009

Кафедра Информационные технологии
Phone: +7 (8422) 32-1029
E-mail: i2nok@ulsu.ru

ОТЗЫВ

официального оппонента диссертации В. Е. Зотеева

ЛИНЕЙНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ ДИСКРЕТНЫЕ МОДЕЛИ В ФОРМЕ РАЗНОСТНЫХ УРАВНЕНИЙ В ЗАДАЧАХ ИДЕНТИФИКАЦИИ ДИССИПАТИВНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

на соискание ученой степени доктора технических наук
по специальности 05.13.18—«Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

На оппонирование представлена диссертационная работа на 400 листах, включающая 126 рисунков и 52 таблицы. Структурно работа разделена на Введение. шесть глав основной части, Заключение и Список используемых источников и литературы (206 наименований, из которых 68 — ссылки на труды автора). Приложение (58 страниц) содержит сведения о внедрении / использовании результатов работы и листинги разработанного пакета прикладных программ.

Работа посвящена актуальной теме, – она находится в русле приоритетных, фундаментальных направлений совершенствования информационных систем и технологий, связанных с обработкой изображений. Неизбежные в таких системах межкадровые геометрические деформации изображений (МГДИ), доставляют много проблем из-за наличия сложного комплекса мешающих факторов. Включение их всех в математическую модель изображений абсолютно неоправданно, — многие из них должны учитываться как априорная неопределенность модели. От того, как построена модель МГДИ, — что́ в нее включено, что́ отнесено к параметру неопределенности (подлежащему оцениванию), что́ описано как случайный процесс, а что́ как неопределенный мешающий параметр (не подлежащий оцениванию), — существенно зависит качество СОИ, — систем обработки изображений. От этого зависят также и методы решения проблемы.

Глава 1 Методы оценивания и модели МГДИ

Автор детально характеризует известные методы. В число анализируемых публикаций включены работы ведущих российских и зарубежных специалистов за период с 1979 по 2005 годы. Рассматривая возможные модели МГДИ, автор останавливает свой выбор на аффинных моделях. Он завершает материал этой главы хорошо аргументированным сравнительным изложением рекуррентных адаптивных процедур оценивания во всех их возможных разновидностях и с упором на псевдоградиентные процедуры (ПГП). Тем самым автор обозначает «территорию» своего исследования и устанавливает для него свою «нишу» — анализ способов вычисления псевдоградиента и оптимизация плана отсчетов локальной выборки. Соответственно, цель работы сформулирована так: «Разработка методик, алгоритмов и программного обеспечения оптимизации псевдоградиента целевой функции качества при оценивании параметров МГДИ» (с. 35).

Замечание по главе 1: Целью работы не может быть разработка чего бы то ни было; разработка — это средство, а целью должно быть достижение новых полезных эффектов от предлагаемой разработки, преодоление существующих препятствий или получение конкретных новых преимуществ.

Глава 2 Способы нахождения псевдоградиента целевой функции при оценивании МГДИ

Обсуждается выбор целевой функции (точнее, функционала качества) для оценивании МГДИ. Обсуждение идет в духе классических работ Цыпкина и Поляка (о критериальных и параметрических подходах) и классических методов (максимального правдоподобия) оценивания. Усилия автора направлены на максимальное упрощение вычислений, т. е. автор ищет приемлемые, но простые выражения для псевдоградиента. Так он приходит к двум вариантам псевдоградиента для данной задачи:

- СКМР – средний квадрат межкадровой разности,
- КМК – коэффициент межкадровой разности.

Беря их за основу, автор предлагает их упрощенные модификации, например, с использованием знаковой функции $\operatorname{sign}[\cdot]$. Далее он отмечает невозможность применения этих построений из-за наличия операций дифференцирования по параметру. В соответствии с этим, он пытается точное дифференцирование заменить численным (по конечным разностям). Хорошо известно, что численное дифференцирование – это некорректная задача, требующая специальных методов. Автор предлагает такие методы, в частности, линейную интерполяцию, что традиционно и применяют в численном дифференцировании. Однако автор делает это применительно к задаче оценивыния МГДИ и получает при этом множество конкретных, чрезвычайно громоздких на вид выражений для четырех возможных способов расчета псевдоградиента (сс. 51–58). Далее – методично и целенаправленно – автор анализирует вычислительные затраты, которые приходится нести для этих способов. Эти затраты он выражает через величину μ – объем локальной выборки (ОЛВ). Этим анализом завершается глава 2.

Замечание по главе 2: Формальное взятие производной по параметру α в формуле $\mathrm{J}_{\text{вс}}(\alpha, X) = \mathbf{M}\left[(X-\alpha)^2\right]$ показывает, что псевдоградиент на итерации номер t должен определяться как $\beta_t = \hat{\alpha}_{t-1} - x_t$. Та же операция применительно к $\mathrm{J}_{\text{вс}}(\alpha, X, Y) = \mathbf{M}\left[(\alpha X - Y)^2\right]$ дает $\beta_t = (\hat{\alpha}_{t-1}x_t - y_t)x_t$. Соответствующие выражения на с. 37–38 диссертации неверны, что вызовет нарушение условия (1.5.2) псевдоградиентности, или же они получены из других соображений, или просто приведены из посторонних источников «как есть».

Глава 3 Оптимизация псевдоградиента целевой функции за счет выбора плана локальной выборки отсчетов

Здесь автор обращается к двум проблемам: оптимизации ОЛВ и оптимизации плана взятия отсчетов локальной выборки. Так как оптимизацией ОЛВ исследователи уже занимались, автор делает упор на вторую проблему. Ее решение он видит в оценивании и использовании вероятностей трех событий:

- $\rho_i^-(\cdot)$ – вероятность неправильного движения (в сторону *от* оптимального значения оцениваемого параметра),
- $\rho_i^0(\cdot)$ – вероятность нейтрального движения (оценка параметра остается прежней),
- $\rho_i^+(\cdot)$ – вероятность правильного движения (в сторону *к* оптимальному значению оцениваемого параметра).

Надо заметить, такие критерии естественны, и они использовались другими исследователями ранее, однако, для других целей. Здесь автор применяет их для поставленной им задачи – оптимизации по тому месту области изображения, где берутся отсчеты. Эту чрезвычайно сложную в математическом отношении проблему автор решает по оригинальной, им предложенной двухэтапной методике (с. 82). Она построена на введенной им мере качества, названной ЕРР — *евклидово расстояние рассогласования.*

Замечания по главе 3:

1. Следующие ключевые фразы не являются формально определенными (с. 82): «Требуется найти значение ЕРР, при котором извлекается максимум информации о взаимной деформации изображений $\mathbf{Z}^{(1)}$ и $\mathbf{Z}^{(2)}$. Количество информации будем понимать в смысле информации, содержащейся в одной случайной величине относительно другой случайной величины». В работе об этой информации говорится много на качественном уровне. Количественные выражения тоже присутствуют – формула (3.4.20) на с. 89, формула (3.4.24) на с. 91, – но их смысл уловить трудно.
2. Подтверждение справедливости предложенной методики основано на статистическом моделировании с усреднением по 100 реализациям (с. 98, рис. 3.24– 3.26), однако план эксперимента в диссертации не раскрыт.

Глава 4 Алгоритмическое и программное обеспечение для экспериментальной проверки разработанных процедур

Разработка специализированного программного комплекса с таким назначением — это чрезвычайно объемная, трудоемкая работа. В этой главе автор демонстрирует свою высокую программистскую квалификацию и глубокое проникновение во все ранее проведенные им аналитические построения. Программный комплекс выполнен по модульному принципу, т. е. автор разработал библиотеку прикладных программ как часть более широкой библиотеки программ для проведения комплексных исследований в этой области. В конечном итоге, модули реализуют те формульные расчеты, которые предложены в данной работе.

Заключительные комментарии о качестве данной диссертационной работы:

- Отдельные замечания по главам 1, 2 и 3 указаны выше, однако принципиального характера они не имеют.

- Серьезных недостатков или недочетов в данной работе не обнаружено.
- Построение, изложение и оформление работы отвечает высоким требованиям качества и полиграфическим стандартам.
- Результаты работы обоснованы строгими математическими построениями и подтверждены экспериментально.
- Автореферат соответствует диссертации.

Таким образом, диссертационная работа Г. Л. Фадеевой содержит новые научные результаты, имеет общетеоретическую значимость и представляет практическую ценность для специалистов в области обработки изображений. Работа полностью отвечает требованиям, предъявляемым ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 — «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

И. В. Семушин, д-р техн. наук
профессор

Подпись И. В. Семушина заверяю:

Секретарь Ученого Совета ______________________________ О. А. Литвинко