

О Т З Ы В

официального оппонента Орлова Алексея Александровича на диссертацию Ненахова Ильи Сергеевича «Неэталонная оценка качества телевизионных изображений на основе локальных бинарных шаблонов и алгоритмов машинного обучения», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения

Актуальность темы. Диссертационная работа Ненахова И.С. посвящена вопросам неэталонной оценки качества цифровых изображений в отсутствие априорной информации о типе искажения. В современных системах контроля качества визуальной информации зачастую оригинал изображения, как и информация об искажении недоступны. Вследствие этого растет потребность в разработке универсальных неэталонных (слепых) алгоритмов оценки качества. Поэтому тема диссертации для сегодняшнего уровня развития систем цифровой обработки телевизионных изображений является актуальной. Ее развитие в диссертации Ненахова И.С. имеет важное теоретическое и практическое значение как для радиотехники, так и для ряда смежных научно-технических областей.

Структура и содержание работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы.

Во введении обоснована актуальность выбранной темы, сформулированы цель и задачи исследования, изложены основные положения, выносимые на защиту, показаны научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе рассмотрены современные задачи, методы и алгоритмы в области оценки качества цифровых изображений. Представлен обзор стандартных баз данных для тестирования точности таких алгоритмов – LIVE, TID2013. Рассмотрены современные алгоритмы машинного обучения на основе бустинга, машины опорных векторов, рандомизированных деревьев и сверточных нейронных сетей.

Во второй главе рассматриваются неэталонные алгоритмы оценки качества цифровых изображений. Особое внимание уделяется применению локальных бинарных шаблонов в задаче оценки качества.

В третьей главе приведены результаты исследований для алгоритма НОК ЛБШ-1 с различными классификаторами, такими как

бустинг (AdaBoost), машина опорных векторов, градиентный бустинг над решающими деревьями и рандомизированные деревья. Получены результаты по тестированию точности алгоритмов НОК ЛБШ-1 и НОК ЛБШ-2 в сравнении с известными эталонными и неэталонными метриками на стандартных базах изображений LIVE и TID2013.

В четвертой главе проведен анализ практических применений, разработанных неэталонных алгоритмов оценки качества для телевизионных изображений.

В заключении приведены основные результаты диссертационной работы.

Новизна исследования и полученных результатов

Наиболее значимые новые научные результаты диссертации состоят в следующем:

1. Разработан алгоритм неэталонной оценки качества изображений (НОК ЛБШ-1, глава 2, параграф 2.5), основанный на локальных бинарных шаблонах и классификации методами машинного обучения и позволяющий повысить точность оценки качества телевизионных изображений.

2. Предложен классификатор рассматриваемых изображений (глава 3, параграф 3.2.1), основанный на использовании рандомизированных деревьев и НОК ЛБШ-1 и обеспечивающий получение наилучших результатов классификации по сравнению с существующими алгоритмами (бустинг, машина опорных векторов, градиентный бустинг).

3. Разработан комбинированный алгоритм неэталонной оценки качества (НОК ЛБШ-2, глава 3, параграф 3.3.3), использующий смешанные признаки и позволяющий достичь более точные результаты для изображений: белый шум, размытие, а также в среднем по всей базе LIVE.

Перечисленные результаты являются хорошей основой для разработки и модернизации устройств обработки/хранения телевизионных изображений.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и заключений, сформулированных в диссертации

Все положения, выносимые на защиту, являются строго обоснованными и логически увязанными друг с другом.

Выводы и рекомендации, отражающие теоретическое и прикладное значение диссертационной работы, не вызывают сомнений в их правильности и обоснованности.

Новизна и достоверность научных положений и выводов, сформулированных в диссертации, подтверждены апробацией на всероссийских и международных научных конференциях.

Полученные результаты подтверждены значительными объемами результатов моделирования алгоритмов неэталонной оценки качества изображений, а также их сопоставлением с известными из современной научно-технической литературы аналогами.

Значение для науки и практики выводов и рекомендаций диссертанта. Существенное теоретическое и практическое значение имеют разработанные Ненаховым И.С. методы и алгоритмы цифровой обработки телевизионных изображений, в частности:

- Разработан и протестирован алгоритм неэталонной оценки качества изображений на основе локальных бинарных шаблонов и классификации на основе методов машинного обучения (НОК ЛБШ-1).
- Установлено, что использование рандомизированных деревьев оказывается наилучшим выбором из всех тестируемых алгоритмов машинного обучения. Их использование совместно с многомасштабными локальными бинарными шаблонами позволяет достичь следующих показателей для алгоритма НОК ЛБШ-1 на базе LIVE: коэффициент корреляции Пирсона – 0,965, коэффициент корреляции Спирмена – 0,956, корень из среднеквадратической ошибки – 6,02.
- Разработан и протестирован комбинированный алгоритм неэталонной оценки качества (НОК ЛБШ-2). Он использует смешанные признаки и несколько изображений для их расчета. Его использование позволяет достичь следующих показателей для алгоритма НОК ЛБШ-2 на базе LIVE: коэффициент корреляции Пирсона – 0,973, коэффициент корреляции Спирмена – 0,966, корень из среднеквадратической ошибки – 5,31.

Составляющие основу диссертационной работы разработанные методы и реализующие их алгоритмы, а также созданные компьютерные программы в прикладном плане применимы:

- при обработке изображений с целью контроля качества в системах прикладного и охранного телевидения;
- в системах биометрической идентификации личности по изображению лица;
- предложены библиотеки программ для неэталонной оценки качества изображений на языке программирования Python, которые могут найти применение в качестве прототипов при реализации алгоритмов на различных вычислительных платформах, а также в учебных курсах.

Опубликование основных результатов диссертации в научной печати. Основное содержание диссертационной работы отражено в 13 научных работах, из них 3 статьи в журналах, рекомендованных ВАК, 10 докладов на научных конференциях, получено свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

Замечания по содержанию диссертации

1. Новизна работы сформулирована в выводах глав 2, 3, 4. Некоторые формулировки новизны не вынесены во введение диссертации.
2. В главе 2 недостаточно обоснован выбор локальных бинарных шаблонов в качестве признаков для задачи неэталонной оценки качества изображений. Можно предположить, что есть признаки, которые лучше подходят для решения данной задачи.
3. В параграфе 3.2. не указаны характеристики используемых классификаторов на основе различных методов машинного обучения.
4. В параграфе 2.2.1 (стр. 43) опечатка – ядро Гаусса и фильтр лапласиан гауссиана обозначены одинаково.
5. В диссертации недостаточно раскрыта методика оптимизации параметров телевизионного оборудования.
6. В работе видно, что разработанные алгоритмы нацелены для оценки качества изображений лиц. Но остается неясным, какие алгоритмы (существующие или разработанные) лучше применять для оценки изображений других объектов?

Сильной стороной диссертации являются разработанные и программно реализованные алгоритмы неэталонной оценки качества видеоизображений, внедренные в соответствующие разработки ряда организаций телекоммуникационного профиля.

Мнение о научной работе соискателя в целом

Диссертация «Неэталонная оценка качества телевизионных изображений на основе локальных бинарных шаблонов и алгоритмов машинного обучения» является научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная научная задача разработки новых алгоритмов неэталонной оценки качества видеоизображений, обладающих повышенными требованиями к робастности и качеству работы.

Соответствие паспорту специальности. Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 05.12.04 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения» в области исследования «Разработка

радиоэлектронных устройств передачи, приема, обработки и отображения информации. Разработка перспективных информационных технологий, в том числе цифровых, а также с использованием нейронных сетей для обнаружения и распознавания объектов и изображений в радиотехнических системах и устройствах».

Оформление диссертации и автореферата соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автореферат диссертации соответствует ее содержанию.

Заключение

Диссертационная работа «Неэталонная оценка качества телевизионных изображений на основе локальных бинарных шаблонов и алгоритмов машинного обучения» соответствует требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор Ненахов Илья Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Официальный оппонент,
заведующий кафедрой «Физика и прикладная математика» Муромского института (филиала) ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»,
доктор технических наук, доцент

602264, Владимирская область,
г. Муром, ул. Орловская, д. 23,
Телефон: 8-(49234) 77-1-24
E-mail: alexeyalexorlov@gmail.com



Орлов Алексей
Александрович

Подпись доктора технических наук,
доцента Орлова А.А. заверяю
Ученый секретарь МИ ВлГУ



О.Н. Полулях

05.12.2016