

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента на диссертационную работу

Охотникова Сергея Аркадьевича

### **«РАСПОЗНАВАНИЕ ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЙ ОБЪЕКТОВ ЗАДАННОЙ ФОРМЫ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ИХ КОНТУРОВ»,**

представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук  
по специальности 05.12.04 «Радиотехника, в том числе системы и  
устройства телевидения»

#### **1. Актуальность темы**

Развитие современных радиотехнических систем открывает перспективы для возникновения новых подходов к созданию и совершенствованию известных методов обработки и передачи видеоизображений. Необходимость в обработке изображений возникает в системах мониторинга, видеонаблюдения, видеоконтроля, медико-биологических и других системах. Одним из основных этапов обработки изображений является распознавание объектов. В ряде приложений необходимо выделить и распознать на видеоизображениях объекты априорно известной формы, например, реперные знаки на печатных платах, микробиологические объекты и т.п. Это позволит автоматизировать многие процессы сбора и обработки данных и получить более высокую достоверность результатов видеоконтроля. При этом при большом объеме видеоданных к методам обработки изображений предъявляются повышенные требования к времени и точности обработки.

Представление контуров видеоизображений объектов как комплекснозначных сигналов позволило получить меру близости двух контуров в виде их скалярного произведения, инвариантную к преобразованиям переноса, поворота и масштабирования и возможность решения задачи распознавания объектов по новому.

Научная проблема, на решение которой направлена диссертационная работа Охотникова С.А., заключается в том, что на сегодняшний день не исследованы характеристики распознавания видеоизображений объектов с априори известной формой на основе анализа контуров, что затрудняет оценку качества работы и возможность сравнения существующих и вновь создаваемых телевизионных систем. Научная концепция диссертационного исследования состоит в использовании упрощённых моделей видеоизображений объектов, связанных с незначительной потерей содержащихся в изображении информации и позволяющих исключить эвристические подходы и использовать для распознавания видеоизображений теорию обработки сигналов.

Диссертационная работа Охотникова С.А. способствует решению проблемы распознавания видеоизображений объектов заданной формы на основе анализа их контуров. В этом плане тема диссертации и полученные в диссертации новые научные результаты, безусловно, актуальны.

## **2. Структура диссертации, степень обоснованности научных положений выводов и рекомендаций**

Общий объем диссертационной работы, состоящей из 4 глав и приложения, составляет 181 с.

Актуальность и практическая значимость работы обосновываются во введении. Формулируются основные задачи диссертационной работы и решаемая научная проблема.

В первой главе диссертантом проведен аналитический обзор методов автоматической обработки видеоизображений априори известных объектов. Приведены основные подходы к построению непрерывных контуров изображений объектов, а также показаны их достоинства и недостатки.

Во второй главе на основе математической модели непрерывного контура изображения и подхода к описанию непрерывных комплекснозначных сигналов в системах передачи телевизионных изображений, представленных на комплексной плоскости в виде замкнутых контуров, исследованы вопросы спектрального и корреляционного анализа непрерывных контуров. Выявлены особенности спектров, связанные с комплекснозначным характером и замкнутостью контуров. Исследовано влияние нелинейных искажений на вид спектра контуров.

В третьей главе решаются вопросы обработки и распознавания изображений в телевизионных системах. На основе полученных основных соотношений для линейной фильтрации, разработана методика линейной, в том числе согласованной, фильтрации непрерывных контуров, заданных в виде замкнутых комплекснозначных функций, обеспечивающая возможность формирования достаточной статистики для распознавания объектов интереса с априори известной формой при неизвестных параметрах линейных преобразований масштабирования и поворота. Исследовано влияние нелинейных искажений видеоизображений объектов в виде окружности на величину нормированного значения максимального отклика согласованного фильтра.

В четвертой главе получены характеристики распознавания видеоизображений объектов заданных в виде окружности, характеризующие эффективность распознавания и обеспечивающих возможность сравнения существующих и вновь создаваемых радиотехнических систем распознавания видеоизображений

компонентов радиоэлектронной аппаратуры и медико-биологических объектов на основе анализа их контуров. Произведена разработка алгоритмического обеспечения и программного комплекса, реализующего разработанную методику распознавания в системах передачи телевизионных изображений. Предложены решения прикладных задач в системах телемедицины, видеоконтроля компонентов радиоэлектронной аппаратуры. Исследованы вопросы дискретизации непрерывных контуров видеоизображений объектов с формой в виде окружности. По результатам исследований выработаны рекомендации по параметру дискретизации контуров видеоизображений объектов с заданной формой в виде окружности. Проведена оценка вычислительной сложности метода распознавания контуров видеоизображений заданной формы. Использование алгоритма распознавания на основе контурного анализа позволило сократить объем вычислительных затрат в среднем на два порядка, по сравнению с корреляционно-экстремальным методом.

### **3. Оценка новизны и достоверности**

Научная новизна диссертационной работы заключается в использовании математической модели непрерывного контура изображения и подхода к описанию непрерывных комплекснозначных сигналов в системах передачи телевизионных изображений, представленных на комплексной плоскости в виде замкнутых контуров. Представление изображений в виде контуров позволяет исключить эвристические подходы и использовать для распознавания изображений аппарат теории обработки сигналов. На базе контурного анализа разработана методика линейной фильтрации видеоизображений объектов, заданных в виде непрерывных контуров с априори известной формой и алгоритмы обработки и распознавания видеоизображений объектов в системах передачи телевизионных изображений при наличии помех.

Практическая значимость работы заключается в разработке новых методов и алгоритмов обработки и распознавания видеоизображений объектов, заданных в виде непрерывных контуров с априори известной формой в телевизионных системах передачи изображений при наличии помех. Результаты могут быть использованы разработчиками при создании автоматизированных программно-аппаратных комплексов в системах телемедицины, телеметрии, системах видеоконтроля при производстве РЭА и т.д.

Достоверность и обоснованность полученных результатов подтверждены использованием адекватных математических моделей, строгостью математического аппарата, соответствием теоретических и численно-экспериментальных результатов, использованием общепринятых критериев качества функциониро-

вания радиотехнических систем обработки изображений, использованием классических методов моделирования и математической статистики.

Предложенные математические модели, методы и алгоритмы реализованы в прикладных пакетах программ, защищенные Свидетельствами об официальной регистрации программ для ЭВМ (№ 2010611737, № 2012619044). Полученные в диссертационном исследовании результаты приняты для практического применения при разработке изделий на ОАО «Концерн ПВО «Алмаз-Антей», ОАО «Марийский машиностроительный завод» (Йошкар-Ола), а также в учебный процесс кафедры «Радиотехнических и медико-биологических систем» Поволжского государственного технологического университета, что подтверждено актами внедрения.

Основные положения диссертации опубликованы в 16 работах, среди них 4 статьи в журналах, рекомендованных ВАК, 9 статей в журналах и трудах конференций, 2 свидетельства о регистрации программы для ЭВМ.

#### **4. Замечания по диссертационной работе**

При общей положительной характеристике работы необходимо сделать следующие замечания:

1. В разделе 2.3 представлены результаты исследования влияния нелинейных искажений типа сжатия/растяжения на спектр контура изображения объекта. Однако не указано, чем ограничен выбор вида исследуемых нелинейных искажений изображений?

2. В работе отсутствует обоснование выбора алгоритма Розенфельда для выделения контуров для качественного решения последующей задачи – распознавания изображений.

3. Контур, расположенный на границе реального изображения, не всегда является замкнутыми, могут принимать сложную форму (рис.4.12-4.14). Не ясно, как решается задача распознавания контуров в этом случае и оценивается вероятность правильного распознавания?

4. В разделе 4.3 представлены зависимости вероятности правильного распознавания контура изображения объекта заданной формы от отношения сигнал/шум. При этом не указан объем выборки, что затрудняет анализ полученных результатов.

5. Название раздела 4.3.2 «Исследование вычислительных затрат ...», в котором приведена сравнительная оценка трудоемкости методов распознавания на основе анализа контуров и корреляционно-экстремального, является не совсем корректным.

## Заключение

Диссертация Охотникова С.А. «Распознавание видеоизображений объектов заданной формы на основе анализа их контуров» является законченной научно-исследовательской работой, в которой решена научная проблема повышения эффективности систем обработки изображений.

Диссертационная работа, представленная в совет Д212.025.04 при ВлГУ, соответствует критериям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, в том числе требованиям пункта 9, а ее автор Охотников Сергей Аркадьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Официальный оппонент,  
профессор кафедры «Радиоэлектронных средств»,  
ФГБОУ ВПО «Вятский государственный  
университет» (ВятГУ)  
доктор технических наук, доцент



Е.В. Медведева

Подпись Медведевой Е.В. заверяю:  
начальник отдела кадров ФГБОУ ВПО «ВятГУ»



Е.Н. Михайленко