

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Корнилова Федора Андреевича «Разработка методов распознавания структурных различий изображений», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.17 – «Теоретические основы информатики»

Диссертационная работа Ф.А.Корнилова посвящена разработке методов поиска структурных различий на изображениях. Работа относится к области морфологического анализа изображений и исследует класс алгоритмов поиска структурных различий, основанных на предварительном яркостном выравнивании входных изображений. В качестве сферы применения представленных в работе результатов рассмотрена задача обработки цифровых космических снимков земной поверхности, где структурными различиями считаются появившиеся или исчезнувшие объекты местности. Данная задача является востребованной в различных ГИС приложениях, и трудность ее решения связана с высокой вариативностью входных данных.

В работе получен ряд новых научных результатов. В теоретическом плане проведена математическая формализация задачи поиска структурных различий изображений, позволяющая получать строгие утверждения о работе и оптимальных параметрах алгоритмов поиска структурных различий. Введена вероятностная модель структурных различий пары изображений и впервые получена формула распределения вероятности значений яркости для разности изображения и его морфологической проекции. С помощью этой формулы построен оптимальный порог выделения структурных отличий. В практическом плане в диссертации разработан ряд новых прикладных алгоритмов, решающих задачу поиска структурных различий изображений, использующих как сканирующее окно, так и глобальную оптимизацию энергетической функции. Важным практическим результатом рецензируемой работы следует считать разработку программного комплекса, решающего задачу поиска структурных различий для разновременных космических снимков земной поверхности. Данный комплекс был интегрирован в среду визуализации и обработки данных дистанционного зондирования Земли ENVI и внедрен в практику научно-исследовательского и производственного центра АО «НИИП центр Природа», (г. Москва).

Следует отметить высокий уровень владения автором как методами теории вероятности, так и методами современного морфологического анализа изображений. Предложенные в диссертации формализация задачи и схема выделения структурных отличий на изображениях непосредственно основаны на идеях морфологического анализа (Пытьев, 1975) и обобщенной критериальной морфологии (Визильтер, 2008) и представляют собой пример их дальнейшего творческого развития. При этом наиболее существенным вкладом автора в теорию и практику морфологического анализа изображений представляются следующие результаты: метод яркостной коррекции на основе т.н. «регуляризованного морфологического проектора», метод яркостной коррекции на основе оптимизации по

критерию соответствия яркостных вариаций, вероятностную модель структурных отличий и формулу оценки порога для их выделения.

По содержанию и оформлению автореферата можно сделать следующие замечания:

1) Используемые в работе обозначения типа f' для изображения f , преобразованного с целью описания изображения g в некоторой модели преобразований, не соответствуют традиции морфологического анализа, где такие изображения обозначаются как g_f (то есть приближение g , адаптированное к форме f). Особенно странно это смотрится там, где используется непосредственно морфологический проектор P_f . В дальнейших работах рекомендуется унифицировать обозначения с общепринятыми.

2) В формуле (4) при суммировании по индексу j нигде под суммой данный индекс не встречается (видимо, опечатка). В то же время, по существу предложенного «регуляризованного морфологического проектора» следует заметить, что проективные (идемпотентные) свойства данного линейного оператора нигде в работе не доказаны и скорее всего не выполняются. В связи с этим такой оператор, видимо, относится к классу непроективных диффузных морфологических операторов (см. Vizilter et al., 2014), и называть его проектором не вполне корректно.

3) Судя по приведенному в автореферате примеру применения полученной в работе формулы для оптимального порога (рис.1), для оценки порога необходимо заранее знать уровни яркости в модели обнаруживаемого объекта. Однако на практике мы их не знаем, и именно поэтому морфологические методы выделения отличий стремятся к инвариантности по отношению к яркостным параметрам. Здесь видится некое противоречие в решаемой задаче и полученном результате, ограничивающее возможности его практического применения.

4) В проведенных автором экспериментах предложенный им метод яркостной коррекции на основе оптимизации по критерию соответствия яркостных вариаций получил низшую оценку, уступая даже методу линейной коррекции. Однако представляется, что дело не столько в идейных недостатках метода, сколько в проблемах его практической реализации. Как следует из формулы на стр.7, используемый вид характеристической функции не инвариантен даже к линейным преобразованиям яркости и зависит от абсолютных значений яркостных разностей для рассматриваемых пар точек. Достаточно нормировать эти значения путем деления на норму (дисперсию) изображения в окне, и данный недостаток будет устранен, после чего предложенный метод, вероятно, покажет существенно лучшие результаты, как минимум, превышающие результаты линейной коррекции.

5) Другое замечание к приведенным результатам экспериментов связано с тем, что неясно, какие параметры регуляризации формы (сегментации эталона) использовались при сравнении с морфологическим проектором Пытьева. Как известно, слишком слабая или слишком сильная сегментация могут значительно ухудшить качество работы такого проектора в задачах выделения отличий.

б) Заключительное замечание по приведенным результатам тестирования связано с тем, что разработанные методы сравнивались только с другими морфологическими подходами. Между тем, в литературе известно большое количество других методов выделения отличий на данных дистанционного зондирования Земли как на пиксельном, так и на объектовом уровне – см., например, такие обзоры как (Lu et al. 2004), (Chen et al. 2013), (Hussain et al. 2013). В связи с этим желательно было бы сравнить полученные результаты и с результатами ведущих методов выделения отличий других направлений.

Указанные недостатки носят скорее рекомендательный характер и не влияют на общую положительную оценку работы. Судя по автореферату, диссертационная работа представляет собой цельное и законченное исследование, направленное на решение актуальной практической задачи. Результаты являются новыми, в достаточной степени опубликованы в научной печати, обсуждены на нескольких научных конференциях и представляют интерес для специалистов в области разработки алгоритмического и программного обеспечения систем обработки данных дистанционного зондирования. Таким образом, данная диссертационная работа полностью отвечает требованиям Положения ВАК России, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.17, а ее автор, Корнилов Ф.А., заслуживает присуждения ему искомой степени.

Начальник подразделения
ФГУП «ГосНИИАС»,
д.ф.-м.н., с.н.с.

Подпись Визильтера Ю. В. заверяю.
Ученый секретарь ФГУП «ГосНИИАС», д.т.н.



Визильтер Ю. В.

Мужичек С. М.

Визильтер Юрий Валентинович – доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, начальник подразделения "Системы интеллектуального анализа данных, технического зрения, улучшенного и синтезированного видения" Федерального государственного унитарного предприятия "Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем" (ФГУП "ГосНИИАС"). г. Москва, ул. Викторенко, 7, тел.: (499) 157-94-98, e-mail: viz@gosniias.ru.