

О Т З Ы В

официального оппонента, доктора физико-математических наук

ЧУЛИЧКОВА Алексея Ивановича

на диссертационную работу **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

Актуальность темы диссертации

Диссертационная работа Ф.А.Корнилова посвящена разработке методов поиска существенных различий на изображениях, т.е. таких различий, которые связаны с изменением изображаемой сцены и не могут быть объяснены изменением условий регистрации (режимом освещения, параметрами регистрирующей аппаратуры и т.п.). В диссертации эти различия названы «структурными». Задача поиска структурных различий возникает во многих областях компьютерной обработки информации, например, при обработке и анализе данных дистанционного зондирования Земли, при разработке алгоритмов технического зрения, при построении эффективных методов сжатия данных и во многих других случаях.

В качестве конкретной сферы применения предлагаемых в диссертации методов рассмотрена важная практическая задача анализа цифровых космических снимков земной поверхности: поиск изменений на двух разновременных изображениях с целью выявления различий в составе объектов местности. С одной стороны, решение данной задачи необходимо для своевременного обновления топографических карт и оперативного мониторинга земной поверхности, являющихся, с одной стороны, актуальными вследствие стремительного развития городской и транспортной

[Введите текст]

инфраструктуры, вырубки лесов и других изменений природного или антропогенного характера. В настоящее время решение этой задачи весьма трудоемко, она решается, как правило, в ручном или полуавтоматическом режиме человеком-оператором. Поэтому автоматизация данной задачи, основанная на дешифрировании аэрокосмических фотоснимков, является востребованной в различных геоинформационных системах. С другой стороны, не менее важен и теоретический аспект задачи – разработка математических методов и алгоритмов анализа информации, полученной в неконтролируемых условиях.

Таким образом, математическая формализация задачи, включающая строгое определение структурного различия и его математической модели, постановку задачи распознавания структурных различий, теоретическое исследование алгоритмов и программных средств автоматизации решения задачи поиска изменений на двух разновременных изображениях с целью выявления различий в составе объектов местности является актуальной.

Новизна проведенных исследований и полученных результатов

Диссертационное исследование Ф.А.Корнилова относится к области морфологического анализа изображений и содержит ряд новых результатов.

Во-первых, на базе сформулированной в работе вероятностной модели структурных различий получена конструктивная формула распределения вероятности яркости точек разностного изображения, представляющего собой разность исходного изображения и его морфологической проекции. С помощью этой формулы построен оптимальный по критерию суммы вероятностей ошибок первого и второго рода порог для исследуемого алгоритма.

Во-вторых, разработан ряд новых прикладных алгоритмов, решающих задачу поиска структурных различий изображений, как использующих

[Введите текст]

сканирующее окно, так и глобальную оптимизацию энергетической функции. Разработан также алгоритм, основанный на непосредственном применении введенного определения структурных различий, полезный как для поиска малоразмерных структурных различий, так и для устранения локальной рассинхронизации изображений.

В-третьих, предложена методика численного эксперимента для сравнения качества работы алгоритмов поиска структурных различий изображений. Эта методика построена на базе параллельных суперкомпьютерных технологий и, в частности, ее программная реализация использует высокопроизводительные многоядерные графические процессоры. Проведен объемный вычислительный эксперимент и полученные результаты позволили оценить оптимальные параметры новых и существующих алгоритмов.

Положительной стороной диссертационной работы следует считать создание на базе проведенного исследования программного комплекса, решающего задачу оперативной оценки изменчивости топографических объектов местности по разновременным космическим снимкам. 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).

Совокупность названных подходов, аналитических выражений, численных алгоритмов и вычислительных методик позволяет считать диссертацию имеющей научную новизну как с точки зрения теории морфологического анализа изображений так и с точки зрения применения идей этой теории на практике.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций диссертации

Достоверность положений и выводов диссертационной работы основана на корректном применении математического аппарата теории вероятности, математической статистики, математической морфологии, методов обработки изображений и математического моделирования. Достоверность также косвенно подтверждается проведенным соискателем в главе 1 анализом результатов других ученых, полученных при решении задачи поиска существенных различий на изображениях, а также результатами обширного вычислительного эксперимента, проведенного на реальных данных дистанционного зондирования Земли (глава 4).

Высокая степень детальности описания вычислительной методики эксперимента с целью сравнения свойств различных алгоритмов (глава 4, пункт 4.5) служит свидетельством возможности повторения результата другими исследователями. Достоверность результатов применения предложенного автором алгоритма для решения задачи мониторинга изменений объектов местности по данным дистанционного зондирования Земли подтверждается актом внедрения в промышленную эксплуатацию АО "НИИП центр Природа" результатов, положения и выводов, полученных в диссертационном исследовании.

Кроме того, свидетельством достоверности результатов диссертации является то, что они были представлены в докладах на конференциях (в том числе международных) и публикациях в рецензируемых журналах.

Достоинства и недостатки содержания и оформления диссертации

Достоинствами диссертации являются качественный математический уровень изложения, ясная логичная структура, удачное сочетание

[Введите текст]

теоретических и прикладных задач, полнота и завершенность проведенных исследований.

Задача поиска существенных различий изображений исследуется в теоретической части диссертации начиная от формализации понятия существенного (структурного) различия (глава 2, пункт 2.2) и строгой постановки задачи (глава 2, пункт 2.5) до получения конструктивных формул условных распределений решающего признака обнаружения существенного различия (глава 2, теорема 2.3). В прикладной части диссертации исследование этой задачи включает разработку новых прикладных алгоритмов (глава 3, пункты 3.2-3.5), асимптотический анализ их сложности (глава 3, пункт 3.6), разработку сравнительной методики вычислительного эксперимента с применением параллельных вычислительных технологий (глава 4, пункт 4.2), проведение сравнительного анализа алгоритмов (глава 4, пункт 4.5) и создание промышленного программного комплекса (глава 3, пункт 3.7).

Диссертация написана в соответствии с паспортом специальности 05.13.17, поскольку в ней разрабатываются и исследуются модели и алгоритмы анализа изображений, а также на базе суперкомпьютерных вычислительных технологий создается специализированная сравнительная методика анализа алгоритмов.

Другими достоинствами диссертации являются упомянутые выше актуальность, новизна исследования, теоретическая и практическая значимость, подтверждение теоретических результатов численными экспериментами. Сильной стороной диссертации является полнота обзора исследуемого направления научных изысканий, затрагивающих задачу поиска существенных различий изображений, о чем свидетельствует значительное число источников (122, включая работы автора) в библиографическом списке.

К недостаткам диссертации можно отнести следующие:

[Введите текст]

1. Несмотря на ясное и четкое изложение диссертации в целом, иногда в ней все-таки встречаются неточные утверждения или сформулированные на жаргоне. Так, например, из фразы "изображение строится путем добавления объекта" на стр.39 можно лишь по контексту догадаться, что речь идет о суммировании яркостей двух изображений - фона и объекта. Число уровней яркости изображения g , подсчитанное на стр.40, может быть меньше величины, приведенной в диссертации как точное их число, так как сумма яркости фона и объекта может оказаться равной яркости некоторого уровня неискаженного изображения.

2. Один из основных результатов главы 2, связанный с оптимальным значением порога алгоритма выделения структурных различий и значением вероятности ошибок, требует знания распределения вероятности яркостей изображения f . Было бы естественным в диссертации пояснить, из каких соображений можно получить это распределение.

Отмеченные недостатки не являются принципиальными, они не влияют на качество диссертационного исследования, надежность представленных результатов, практическую и теоретическую значимость диссертации.

Соответствие диссертации и автореферата требованиям ВАК

Диссертационная работа Ф.А.Корнилова представляет собой завершенную научно-исследовательскую работу, содержащую решение актуальной задачи разработки методов поиска структурных различий изображений, имеющей существенное значение для соответствующей отрасли знаний, а именно математики и вычислительных наук, что соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней».

Результаты, представленные в диссертации и опубликованных статьях, позволяют судить об авторе как о высококвалифицированном исследователе,

[Введите текст]

который способен ставить и решать задачи в области обработки изображений, владеющим соответствующим математическим аппаратом и знаниями в области программной инженерии.

Полученные автором результаты имеют теоретическую и практическую ценность и могут быть использованы для создания и исследования систем обработки изображений.

Основные результаты диссертации изложены в двух публикациях в рецензируемых журналах, входящих в перечень журналов, рекомендованных ВАК, и доложены на международных и всероссийских семинарах и конференциях по тематике диссертационной работы. Опубликованные работы достаточно полно отражают содержащиеся в диссертации научные результаты.

Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации.

Диссертационная работа Ф.А.Корнилова «Разработка методов распознавания структурных различий изображений» полностью удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям, на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.17 «теоретические основы информатики», а ее автор, Корнилов Федор Андреевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук.

Официальный оппонент
доктор физико-математических наук
профессор кафедры математического моделирования
и информатики
физического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова



Чуличков А.И.

Подпись д.-ф.м.н., проф. Чуличкова достоверно.
Декан физического факультета
МГУ им. М.В.Ломоносова,
профессор

[Введите текст]



Н.Н.Сысоев