

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертацию Зайцевой Анны Юрьевны

«Обнаружение дымовых облаков на изображениях лесных массивов в системах противопожарного видеомониторинга»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.17 – Теоретические основы информатики

Диссертационная работа посвящена созданию эффективных алгоритмов анализа видеопоследовательностей с целью раннего обнаружения лесных пожаров. Проблема раннего обнаружения лесных пожаров по видеоданным, помимо очевидного экономического содержания, имеет серьезную научную составляющую, заключающуюся в том, что пожар – редкое событие, проявляющееся в видеопоследовательности как динамический объект с переменной формой, наблюдаемый на сложном пространственно-нестационарном фоне. В такой ситуации классические методы обнаружения сигналов с известным описанием на фоне статистически однородных помех оказываются малоэффективными. Поэтому актуальность диссертационного исследования, направленного на разработку методов обнаружения объектов недетерминированной формы в условиях статистически неоднородного фона, и их алгоритмической реализации, не вызывает сомнения.

Диссертационная работа изложена на 132 машинописных страницах и содержит введение, изложение материалов, методов и результатов исследования, заключение, список цитируемой литературы из 126 источников и приложение с документами, подтверждающими практическую значимость работы.

Во введении дано общее описание проблемы раннего обнаружения лесных пожаров, подтверждающее актуальность темы диссертации, представлен обзор литературных источников, посвященных методам и средствам обнаружения, проведен анализ степени разработанности темы,

обосновано применение наземных систем противопожарного мониторинга, использующих камеры видимого диапазона, сформулирована цель и поставлены задачи исследования.

Изложению и обсуждению результатов исследования посвящены три главы, каждая из которых завершается выводами, содержащими краткую формулировку результатов.

В первой главе исследуются признаки, которыми в видеопоследовательности может характеризоваться начинающийся лесной пожар, и разработке алгоритмов их обнаружения. На основе анализа реальных последовательностей, зарегистрированных функционирующей системой противопожарного мониторинга, предложено использовать в качестве основного признака наличие дымового облака, отличающегося от лесного фона, во-первых, яркостью, а во-вторых, изменением формы, размеров и пространственного положения. Показано, что наибольшим показателем контрастности между облаком и лесом, обеспечивающим наилучшие условия для обнаружения дымового облака на фоне леса, обладает синяя компонента исходных цветных изображений. Разработан новый, основанный на анализе поведения межкадровой разности, алгоритм обнаружения облака как подвижного объекта с изменяющейся формой, который отличается по яркости от фона, образованного лесным массивом и представляющего собой слабо изменяющийся во времени пространственно-нестационарный случайный процесс. Несомненным достоинством алгоритма обнаружения движения, подтвержденным экспериментами с реальными последовательностями изображений, является его низкая чувствительность к монотонным пространственно-независимым нелинейным преобразованиям яркости, которые могут быть вызваны изменениями условий наблюдения. Для более эффективного обнаружения облака по яркостному контрасту в работе предлагается проводить предварительное пространственное выравнивание фона. В экспериментах с имитационной моделью пространственно-неравномерного фона показано, что алгоритм, основанный

на совместном применении полутонного морфологического размыкания и замыкания, обеспечивает близкую к потенциально возможной вероятность обнаружения объекта на равномерном фоне.

Вторая глава посвящена исследованию эффективности алгоритмов обнаружения дымовых облаков на лесном фоне. В качестве показателя эффективности в работе используется, в соответствии с критерием Неймана-Пирсона, вероятность правильного обнаружения облака при фиксированной вероятности ложной тревоги. Указанные вероятности оцениваются по результатам численных экспериментов, выполненных на модельных видеопоследовательностях, содержащих изображения движущегося дымового облака на фоне лесного массива. Использование имитационного моделирования диктуется невозможностью получения статистически достаточных объемов реальных данных. На основе анализа литературных источников для генерации последовательности изображений дымового облака применена стохастическая клеточная модель, реализующая механизмы его роста и движения, а изображения лесных массивов строятся на основе аппликативной комбинации изображений одиночных деревьев, сопровождаемой нестационарной аддитивной случайной составляющей с локально изменяющимися первыми моментами. С помощью этих моделей получены оценки вероятностей правильного обнаружения и ложной тревоги для алгоритма, основанного на яркостном контрасте облака и лесного массива, алгоритма, выделяющего движущиеся фрагменты изображения, и их комбинации в зависимости от межкадровых интервалов и характера изменения фона.

Снижению частоты ложных тревог способствует предварительная обработка видеоданных, заключающаяся в исключении из анализа областей, в которых подлежащее обнаружению событие заведомо не может возникнуть. К таким областям автор относит области, занятые небом и искусственными объектами (в основном, зданиями). Сегментации изображений на области, занятые лесом, небом и зданиями посвящена третья

глава. Сегментацию предлагается осуществлять на основе анализа текстуры бинарных контурных препаратов изображений, более устойчивых к изменениям условий освещения, чем исходные цветные или полутоновые яркостные изображения. В работе исследованы три способа формирования признаков, характеризующих текстуру: вычисление длины контурных линий, компонент морфологического спектра и параметров конечнозначных гиббсовских случайных полей, причем последнему способу уделено наибольшее внимание. На основе анализа результатов сегментации достаточно представительных наборов изображений с парами областей «лес – небо» и «лес – здания» показано, что наиболее приемлемыми как по точности сегментации, так и по вычислительной сложности являются наборы признаков, содержащие одну или несколько компонент морфологического спектра. В этом и состоит основной научный результат главы 3. Тем не менее, результаты, полученные при анализе конечнозначных гиббсовских случайных полей как инструмента для описания и сегментации текстур представляют самостоятельный интерес и могут рассматриваться в качестве предмета дальнейших исследований.

Отметим важные, обладающие научной новизной, результаты, достоверность которых подтверждена экспериментально. Это, во-первых, алгоритм обнаружения на пространственно-нестационарном фоне движения дымового облака, как объекта с постоянно изменяющейся формой, устойчивый к пространственно-независимым нелинейным преобразованиям яркости. Во-вторых, динамическая модель изображения дымового облака, реализуемая с помощью клеточного автомата, аппликативная модель изображения лесного массива и методика применения этих моделей для анализа рабочих характеристик алгоритмов обнаружения. В-третьих, способ формирования текстурных признаков из морфологического спектра бинарных изображений, позволяющий эффективно разделять изображения на области с лесом, небом и зданиями, и тем самым существенно снижать вероятность ложных тревог в задаче обнаружения пожаров.

При детальном анализе работы необходимо упомянуть и ряд существенных недостатков.

Представляется некорректным утверждение о том, что преимуществом разработанного алгоритма обнаружения движущегося облака является отсутствие необходимости априорной информации об изображении (глава 1). Тем более что автором при описании блок-схемы алгоритма указывается на эмпирический способ определения ряда его параметров. Крайне неудачно систематизированы, прокомментированы и представлены результаты численных экспериментов с алгоритмом обнаружения дымового облака на рис 2.8, фактически противореча заявлению о высокой эффективности алгоритма, содержащемуся в выводах к главе 2. Результаты оценивания эффективности сегментации изображений на области, занятые лесом и небом (п. 3.1.7), совершенно лишены комментариев и представлены предельно скупо. Остается непонятной цель, с которой автором выполнены эти эксперименты. Основным недостатком – отсутствие анализа результатов экспериментов с различными наборами признаков. То же самое относится и к сегментации изображений на области, занятые лесом и зданиями – из текста диссертации невозможно понять, какими соображениями руководствуется автор, назначая параметры для алгоритма «Кэнни-2» (п.3.2) и какой из наборов признаков предпочтителен при сегментации (п.3.2.1).

Указанные недостатки не умаляют общей положительной оценки диссертации и не снижают научной ценности исследования и практической значимости полученных результатов и являются, скорее, рекомендациями к планированию дальнейших исследований по обнаружению движения объектов произвольно изменяющейся формы на динамическом пространственно-нестационарном фоне.

В целом же диссертационная работа написана вполне профессиональным, литературным языком, хорошо оформлена, текстовый материал удачно дополняется иллюстрациями. Основное содержание работы представлено публикациями в рецензируемых журналах, рекомендованных

ВАК для опубликования научных результатов диссертаций, и в трудах международных конференций, индексируемых Scopus и Web of Science. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Практическая значимость работы определяется функциональными возможностями созданных алгоритмов, применение которых в системах противопожарного мониторинга будет способствовать повышению надежности обнаружения ранних признаков лесного пожара и снижению вероятности ложной тревоги, а также применением ряда представленных в работе результатов в учебном процессе на кафедре ТОР НГТУ, что подтверждается соответствующими актами о внедрении.

На основании изложенного считаю, что диссертационная работа Зайцевой Анны Юрьевны является законченной научно-квалификационной работой, содержащей новое решение актуальной научной задачи – повышения надежности обнаружения динамических объектов недетерминированной формы при наблюдении их в условиях пространственно-нестационарного фона, имеющей важное значение для развития теоретических основ информатики. Работа отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.17 – «Теоретические основы информатики».

Заведующий лабораторией цифровых методов обработки изображений

Института автоматизации и электрометрии СО РАН (ИАиЭ СО РАН),

к.т.н., доцент Косых Валерий Петрович

630090, Новосибирск, просп. Академика В.А. Коптюга, д. 1,

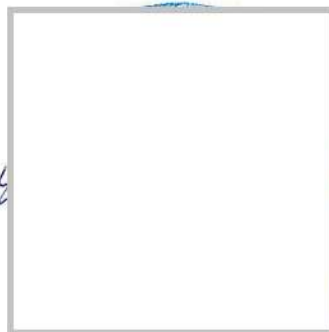
тел.: (383) 330 80 45, e-mail: kosych@iae.nsk.su

Подпись Косых В.П. заверяю:

И.о. учёного секретаря ИАиЭ СО РАН,

к.ф.-м.н.

Отзыв поступил в
свет 03.06.2019



[Handwritten signature]

Лина С.Р.
Создан
электронный
03.06.2019