

ОТЗЫВ

официального оппонента Старовойтова Валерия Васильевича, доктора технических наук, профессора, главного научного сотрудника лаборатории идентификации систем государственного научного учреждения «Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси» на диссертационную работу Цуприка Сергея Викторовича «**Адаптивное формирование опорного изображения в условиях изменяющейся яркости в корреляционно-экстремальных системах сопровождения наземных объектов**», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения»

1. Соответствие диссертации специальности и отрасли науки

Диссертационная работа Цуприка Сергея Викторовича соответствует следующим пунктам паспорта специальности 05.12.04 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения» в области технических наук:

- радиотехнические процессы, явления, сигналы, цепи и методы их анализа (пункт 1);

- статистическая теория обработки сигналов в радиотехнических, других электронных системах и устройствах. Фильтрация сигналов на фоне помех в задачах обнаружения, разрешения, измерения и распознавания (пункт 3);

- исследование новых процессов и явлений в радиотехнике, позволяющих повысить эффективность радиотехнических, телевизионных, электронных систем и устройств, включая системы и устройства космического базирования (пункт 5).

2. Актуальность темы диссертации

Системы сопровождения объектов на видео последовательностях играют важную роль в различных областях, включая беспилотную авиацию. Важной задачей в таких приложениях является формирование опорного изображения, которое позволяет отслеживать и сопровождать наземные объекты. Одной из трудностей при формировании опорного изображения является изменение яркости как объекта, так и окружающей среды. В условиях переменной освещенности необходимо оперативно адаптировать систему сопровождения для корректного отслеживания объектов на земле. Это требует разработки специальных алгоритмов и методов, которые позволяют обрабатывать данные и компенсировать изменения в яркости в реальном масштабе времени.

Исследования в области адаптивного формирования опорного изображения в системах сопровождения наземных объектов имеют большое практическое значение для различных областей, включая военное дело, наблюдение за природой, поиск и спасение и другие.

Таким образом, результаты исследований, представленные в диссертационной работе Цуприка С.В., выполнены по актуальной теме.

3. Степень новизны результатов и научных положений

В соответствии с целью и основными задачами исследования соискателем получены научные результаты, наиболее важными из которых являются следующие:

1. Предложен способ описания яркости пикселей, изменяющейся от кадра к кадру, основанный на применении Марковской модели задающего воздействия с конечным числом состояний в непрерывной временной шкале, что позволяет учесть резкое изменение яркости в случайные моменты времени за счет описания анализируемых значений в пределах интервала стационарности полиномиальными моделями 0-го и 1-го порядка, тем самым получить выигрыш от 18 до 37 % по сравнению с использованием одной полиномиальной модели 1-го порядка.

2. Предложено уточнение метода статистического синтеза устройства многогипотезного измерения с межкадровой памятью гипотез, основанного на минимизации апостериорного риска ошибки измерения с учетом априорной неопределенности относительно модели покadroвого изменения значений яркости, что позволило улучшить вычисляемые оценки.

3. Предложен вариант адаптивного формирования опорного изображения объекта, отличающийся вычислением для каждого пикселя этого изображения оценки яркости посредством устройства многогипотезного измерителя с межкадровой памятью гипотез, что позволило повысить длительность сопровождения наземных объектов, движущихся на сложном и неоднородном фоне.

4. Обоснованность и достоверность основных результатов и рекомендаций

Полученные в работе научные результаты достоверны, объективны и являются обоснованными, выводы аргументированы, вытекают из содержания проведенных исследований и отражают положения, выносимые на защиту диссертации. Достоверность результатов и выводов подтверждена компьютерным и полунатурным моделированием.

5. Научная, практическая и экономическая значимость результатов и основных научных положений диссертации

Научная значимость результатов заключается в исследовании статистических свойств яркости пикселей изображений наземных объектов, наблюдаемых на неоднородном фоне, обосновании применения марковской модели с конечным числом состояний с непрерывной временной шкалой, что позволило учесть скачкообразное изменение яркости фрагментов объекта интереса во времени. Применение многогипотезного измерителя яркости с межкадровой памятью гипотез позволило повысить качество опорных изображений наземных объектов, что обеспечило рост коэффициента проводки и позволило повысить эффективность автоматического сопровождения наземных объектов.

Практическая значимость результатов подтверждена возможным практическим использованием при разработке мультиспектральной оптико-электронной системы для разведывательных беспилотных летательных аппаратов; для обоснования тактико-технических требований к подсистеме оптико-электронной разведки модуля разведки системы противодействия малогабаритным беспилотным летательным аппаратам; для улучшения показателей качества мониторинга наземной обстановки с помощью видеокамеры вокруг РЛС малой дальности.

Экономическая значимость определяется возможностью повышения точности и надежности системы сопровождения в беспилотных летательных аппаратах в условиях переменной яркости и обеспечения эффективности работы автоматизированных систем.

Социальная значимость заключается в том, что предлагаемые соискателем результаты могут быть использованы в области интеллектуальной видеоаналитики и подготовке специалистов по данному направлению.

6. Полнота опубликования основных положений и результатов диссертации

Изложенные в диссертационной работе результаты исследований и положения, выносимые на защиту, достаточно полно отражены в научной печати – опубликовано 19 работ, общим объемом 5,3 авторского листа. Из них 6 статей объемом 3,3 авторского листа в научных изданиях, соответствующих пункту 19 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий, 9 статей в сборниках материалов конференций объемом 1,7 авторского листа, 4 статей в сборниках тезисов докладов конференций объемом 0,3 авторского листа.

Опубликованные соискателем материалы и его личный вклад в достаточной мере отражают научные и практические результаты диссертации.

7. Соответствие оформления диссертации требованиям ВАК

Диссертационная работа выполнена на достаточно хорошем научном уровне, оформлена в соответствии с требованиями ВАК.

Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, четырех глав, заключения, списка использованных источников и пяти приложений. Объем диссертации – 149 страниц.

В целом, оформление диссертации соответствует требованиям ВАК.

8. Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует

На основании анализа содержания диссертации, используемых методов исследования и интерпретации полученных результатов можно сделать вывод, что научная квалификация Цуприка Сергея Викторовича соответствует ученой степени кандидата технических наук.

9. Замечания

9.1. Предмет диссертационного исследования, указанный соискателем, – способы адаптивного формирования опорного изображения с учетом изменяющейся яркости пикселей изображений наземных объектов.

а) 3-й результат, выносимый на защиту – Усовершенствованный способ адаптивного формирования опорного изображения наблюдаемого объекта. Где он описан и кем разработан не сказано.

б) только в ГЛАВЕ 4 рассматривается СОПОСТАВИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СПОСОБОВ АДАПТИВНОГО ФОРМИРОВАНИЯ ОПОРНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ (уже где-то созданных).

9.2. Другие авторы используют функцию размытия точки и эталонное изображение, подобное объекту интересующего оператора, в качестве опорного (ссылок на них в диссертации нет):

- Зражевский АЮ, Кокошкин АВ, Новичихин ЕП, Титов СВ. Повышение качества радиоизображений // Нелинейный мир. 2010(9):582-90.

- Зражевский АЮ, Кокошкин АВ, Коротков ВА. Влияние спектрально-локальных помех на восстановление изображения методом опорного изображения // Журнал радиоэлектроники. 2014(1).-С.1-12.

- другой вариант адаптивного метода формирования опорного изображения описан в работе Гуляев ЮВ, Зражевский АЮ, Кокошкин АВ, Коротков ВА, Черепенин ВА. Коррекция пространственного спектра, искаженного оптической системой, с помощью метода опорного изображения. Часть 1. Классический метод опорного изображения (МОИ) // Журнал радиоэлектроники. 2013(12).-С.1-17.

Соискатель Цуприк, С. В. первые работы опубликовал в 2017-18 годы. Он должен был почитать указанные статьи.

9.3. Понятие коэффициента проводки введено руководителем соискателя в 2017 году в работе [75] из списка использованных соискателем источников. Для изображений и видеопоследовательностей, зафиксированных в видимом диапазоне, оно в научной литературе не используется.

9.4. Формирование опорного изображения предлагается осуществлять путем оценки яркости в каждом пикселе изображения наблюдаемого объекта. При этом (С.40) Первоначально опорное изображение формируется оператором в момент выдачи целеуказания для сопровождения объекта. В диссертации не сказано как оно задается, как выбираются его размеры. Нужно указать фрагмент изображения сцены, в котором находится объект интереса. Однако на с.57 сказано, что «размеры изображений объектов фиксированы и составили 32x32 пикселей», но размер автором не обоснован.

9.5. Из контекста работы вытекает, что исследуемые изображения являются цветными, но не сказано можно ли адаптировать идеи соискателя при изменении спектрального диапазона для сопровождения объектов в оптическом, радио и других.

9.6. В работе используется альфа-бета фильтр, но указаны только значения для параметра альфа (0.9-0.95), для бета они в работе не определены. Значение бета должно быть около 2.

9.7. Если по дороге движется колонна одинаковых или похожих объектов, пик в корреляционной матрице может смещаться и указывать на разные объекты, т.е. может возникнуть сбой в сопровождении заданного объекта. Площадь сопровождаемого объекта на опорном изображении в Таблице 4.2 в 2.5-5 раз меньше площади изображения. В некоторых случаях пик на корреляционной матрице также может указать на другой объект, цвет которого ближе к цвету фона.

9.8. Корреляционные методы не инварианты к повороту и масштабированию отслеживаемых объектов. В работе ничего не сказано по этому поводу.

9.9. В разделе 4.2 сказано: «Сопровождение наземного объекта считается устойчивым, если величина суммарной ошибки измерения координат не превышает половины размера объекта» - выбор этого критерия не обоснован, ссылок нет.

10. Заключение

Указанные замечания в основном носят методический характер и не снижают уровень выполненной квалификационной работы.

Диссертация Цуприка Сергея Викторовича «Адаптивное формирование опорного изображения в условиях изменяющейся яркости в корреляционно-экстремальных системах сопровождения наземных объектов» является квалификационной научной работой, подготовленной под научным руководством кандидата технических наук, доцентом Солонара Андрея Сергеевича. Содержание диссертационной работы соответствует специальности 05.12.04 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения» в области технических наук, по которой она представлена к защите.

Цуприк Сергей Викторович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук за новое, научно и экспериментально обоснованное решение задачи автоматического прослеживания наземных объектов, указанных оператором беспилотного летального аппарата, которое использует следующие, полученные в работе, научные результаты:

- Способ описания изменяющейся от кадра к кадру яркости пикселей объекта интереса, основанный на применении Марковской модели с конечным числом состояний в непрерывной временной шкале, что позволяет учесть резкое изменение яркости в случайные моменты времени за счет описания значений яркости в пределах интервала стационарности полиномиальными моделями 0-го и 1-го порядка, тем самым получить выигрыш от 18 до 37 % по сравнению с использованием одной полиномиальной модели 1-го порядка.

- Уточнение метода статистического синтеза устройства многогипотезного измерения с межкадровой памятью гипотез, основанного на минимизации апостериорного риска ошибки измерения с учетом априорной неопределенности относительно модели покадрового изменения значений яркости, что позволило улучшить вычисляемые оценки.

- Способ адаптивного адаптивного вычисления оценки яркости каждого пикселя опорного изображения объекта интереса посредством многогипотезного измерителя с межкадровой памятью гипотез, что позволило повысить длительность сопровождения наземных объектов, движущихся по местности с неоднородным фоном.

Главный научный сотрудник
лаборатории идентификации систем
государственного научного учреждения
«Объединенный институт проблем
информатики Национальной академии
наук Беларуси»,
доктор технических наук, профессор

В.В. Старовойтов

Я, *Старовойтов Валерий Васильевич*, даю согласие на обработку моих персональных данных, связанную с защитой диссертации и оформлением аттестационного дела *Цуприка Сергея Викторовича*.



Старовойтов Валерий Васильевич

