*Тарасов Андрей Сергеевич. Метод и алгоритмы обнаружения и сопровождения подвижных объектов на видеопоследовательности;[Место защиты: ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»], 2023*

*МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ*

*ФЕДЕРАЦИИ*

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение*

*высшего образования*

*«Рязанский государственный радиотехнический университет*

*имени В.Ф. Уткина»*

*Тарасов Андрей Сергеевич*

*«Метод и алгоритмы обнаружения и сопровождения подвижных объектов на видеопоследовательности»*

*Специальность: 2.3.8. - Информатика и информационные процессы*

*Диссертация на соискание ученой степени*

*кандидата технических наук*

*Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент Никифоров М.Б.*

*Рязань 2023 г.*

*ВВЕДЕНИЕ 6*

*ГЛАВА 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР 17*

*1.1. Обзор российских и зарубежных патентов 18*

*1.1.1. Выводы 21*

*1.2. Обзор методов обнаружения 22*

*1.2.1. Методы и алгоритмы, основанные на вычитании фона ... 22*

*Нерекурсивные методы 22*

*Рекурсивные методы 23*

*1.2.2. Методы, базирующиеся на временных различиях: 23*

*1.2.3. Локализацонные нейронные сети 24*

*1.2.4. Оценка существующих решений в области обнаружения 25*

*1.2.5. Выводы 26*

*1.3. Обзор методов сопровождения 27*

*1.3.1. Метод корреляционного поиска 28*

*1.3.2. Метод, основанный на вычислении оптического потока . 32*

*1.3.3. Метод, основанный на связывании особых точек 35*

*1.3.4. BOOSTING трекер 41*

*1.3.5. MIL Tracker 42*

*1.3.6. TLD Tracker 43*

*1.3.7. MEDIANFLOW Tracker 44*

*1.3.8. GOTURN Tracker 45*

*1.4. Разработка методики сравнения эффективности 47*

*1.4.1. Разработка методики оценки эффективности методов*

*обнаружения объектов 47*

*1.4.2. Разработка методики оценки эффективности методов*

*сопровождения объектов 48*

*1.5. Выводы по первой главе 58*

*ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ ОБНАРУЖЕНИЯ И СОПРОВОЖДЕНИЯ ОБЪЕКТОВ 61*

*2.1. Предварительная обработка кадра 64*

*2.1.2. Формирование карты с использованием ключевых точек 70*

*2.1.3. Устранение движения видеосистемы с использованием*

*оптического потока 72*

*2.1.4. Устранение перемещения 73*

*2.1.5. Устранение вращения 74*

*2.1.6. Устранение масштабирования 76*

*2.2. Определение подвижных объектов 77*

*2.2.1. Контурный анализ МКД 80*

*2.2.2. Объединение близких контуров 82*

*2.2.3. Восстановление контура 83*

*2.2.4. Объединение контуров в объекты интереса 84*

*2.2.5. Метод Джарвиса 85*

*2.2.6. Анализ оптического потока 87*

*2.3. Алгоритмы сопровождения объектов 89*

*2.3.1. Модель работы системы сопровождения 89*

*2.3.2. Модифицированный алгоритм корреляционного поиска 91*

*2.3.3. Сопровождение на основе оптического потока 94*

*2.3.4. Нейросетевой метод Y-Net 94*

*2.3.5. Сопровождение на основе сопоставления особых точек . 98*

*2.3.6. Алгоритм линейной регрессии 101*

*2.4. Выводы 103*

*ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ВЫБОРА*

*МЕТОДА СОПРОВОЖДЕНИЯ ОБЪЕКТОВ 104*

*3.1. Выбор модели ИНС и формирование обучающей выборки . 104*

*3.2. Наборы входных данных 106*

*3.3. Наборы выходных данных 108*

*3.4. Методика оценки системы выбора метода 109*

*3.5. Выводы 112*

*ГЛАВА 4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ 114*

*4.1. Исследование метода обнаружения объектов 114*

*4.2. Исследование алгоритмов сопровождения 117*

*4.2.1. На наборе Visual Object Tracking 117*

*4.2.2. Исследование на пользовательском наборе данных 122*

*4.3. Выводы 124*

*ЗАКЛЮЧЕНИЕ 125*

*Список литературы 127*

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В данной работе была выполнена разработка и исследование алгоритмов и методов обнаружения и сопровождения объектов.

В результате проведенных исследований решена задача разработки методов обнаружения и сопровождения разнородных объектов в различных условиях и сценариях.

При этом получены следующие основные научные результаты:

1. Выполнен анализ существующих методов и алгоритмов обнаружения и сопровождения объектов;
2. Разработан алгоритм предварительной обработки изображений, позволяющий устранить искажения, обусловленные недостатками конструкции видеосистемы, за счёт анализа оптического потока, снижающий ошибку при сопровождении на 13,5 %, а также уменьшающий вероятность ложного обнаружения подвижного объекта на 18,6 % в сравнении с алгоритмами обнаружения и сопровождения объекта без стабилизации.
3. Разработан метод обнаружения подвижных объектов, обеспечивающий снижение ошибки, на 27 % за счёт применения анализа векторов оптического потока и их кластеризации на основе метода k-средних в сравнении с методом обнаружения, построенным на межкадровом диспаритете.
4. Разработаны четыре алгоритма сопровождения.

- Первый основан на корреляционном поиске, и отличается от существующего тем, что корреляционный поиск применяется совместно с методом Нелдера-Мида и методом Мультистарт с расположением начальных точек в окрестностях предыдущего расположения объекта, что сокращает количество вызовов ЦФ не

менее, чем « в 7 раз при сравнении с полным перебором.

125

* Второй основан на вычислении оптического потока, и отличается от существующего тем, что частично задействуются векторы, полученные на этапе обнаружения объектов, что сокращает вычислительную сложность в « 1,9 раза.
* Третий основан на сопоставлении особых точек и отличается от существующих решений тем, что применен подход разделения точек на квадраты, что сокращает время, затраченное на поиск пары, в « 10 раз в сравнении с алгоритмом полного перебора всех точек- кандидатов.
* Четвертый основан на сегментационной нейронной сети, которая работает на основе данных межкадрового диспаритета и оптического потока и позволяет определять места, в которых происходило движение, что позволяет добиться показателей точности выше на 10 % в сравнении с аналогичным алгоритмом GOTURN.

1. Предложена экспертная система для выбора метода сопровождения, уменьшающая конечную ошибку сопровождения на 14 % в сравнении с принудительным использованием только одного метода сопровождения.
2. Проведены экспериментальные исследования, подтверждающие эффективность разработанных методов.