

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»

УДК 004.021+004.89-028.23

*На правах рукописи*

**ВАСИЛЬЕВА**  
Евгения Валерьевна

**МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ**

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание степени  
магистра технических наук

по специальности 1-38 80 04 Технология приборостроения

Минск 2018

Работа выполнена на кафедре проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Научный руководитель:

**ЛИХАЧЕВСКИЙ Дмитрий Викторович**,  
декан факультета компьютерного проектирования, кандидат технических наук, доцент кафедры проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Рецензент:

**Казека Александр Анатольевич**  
кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник ОАО «Радар» – управляющая компания холдинга «Системы радиолокации»

Защита диссертации состоится «26» июня 2018 г. года в 10<sup>00</sup> часов на заседании Государственной комиссии по защите магистерских диссертаций в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» по адресу: 220013, г.Минск, ул. П.Бровки, 6, 1 уч. корп., ауд. 415, тел.: 293-20-80, e-mail: [kafpiks@bsuir.by](mailto:kafpiks@bsuir.by).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

## ВВЕДЕНИЕ

В центре внимания работы находятся новые и модифицированные алгоритмы обнаружения, распознавания и отслеживания объектов в контексте видеоаналитики. Ручное видеонаблюдение имеет низкую эффективность и в то же время высокие затраты из-за необходимости ручного труда операторов, которые также склонны к ошибочным решениям. Наряду с увеличением числа камер видеонаблюдения, существует необходимость в том, чтобы автоматизировать видеоаналитику. Преимущества такого подхода можно найти как в военных, так и в гражданских приложениях. Для военных применений он может помочь в локализации и отслеживании объектов, представляющих интерес. Для гражданских применений аналогичные процедуры локализации объектов могут сделать уголовные расследования более эффективными, извлекая значимые данные из массива видеоматериалов. Автоматические системы управления автомобилем теперь невозможны без применения методов машинного зрения. Промышленные применения требуют автоматического контроля качества, включая неразрушающие методы и, в частности, методы, основанные на видеоанализе. Все эти применения дают убедительные доказательства в практической необходимости алгоритмов машинного зрения с целью обнаружения, отслеживания и классификации объектов, что дало основание для написания данной работы.

Вклад состоит из двух основных частей: отслеживания видео и обнаружения и распознавания объектов, объединенных общей идеей его применимости к проблемам видеоаналитики.

Новые алгоритмы обнаружения и отслеживания объектов, описанные в работе, не контролируются и имеют лишь небольшое количество параметров. Этот подход основан на сегментировании жесткого движения байесовской фильтрацией. Байесовский фильтр, который был предложен специально для этого метода и способствует его новизне, сформулирован как общий подход, а затем применяется к проблемам видеоаналитики. Этот метод дополняется оценкой координат объекта с использованием простого двумерного представления о местности, которое дает основу для использования алгоритма внутри более крупных моделей слияния данных датчиков.

Предлагаемый подход к обнаружению и классификации объектов основан на концепции эволюционирующих систем и новой структуре *Typicality-Eccentricity Data Analytics (TEDA)*. Методы способны решать классические задачи интеллектуального анализа данных: кластеризация, классификация и регрессия. Приведены примеры кластеризации и классификации данных изображений. Для всех разработанных алгоритмов эксперименты показали устойчивые результаты по данным тестирования.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### **Актуальность темы исследования**

В настоящее время повсеместное внедрение систем видеонаблюдения и бурное развитие этих систем вызвало появление спроса на системы интеллектуального видеонаблюдения. Интеллектуальные системы видеонаблюдения способны решать целый ряд проблем: измерение скорости движения объектов (людей, транспортных средств), идентификация объектов и определение трасс их движения, внедрение систем видеонаблюдения в автоматические системы управления, работающих в режиме реального времени, а также эффективное использование цифровых каналов за счет предобработки видеосигнала для передачи данных при определении дополнительных параметров объектов.

### **Степень разработанности проблемы**

В настоящее время теоретическими и практическими вопросам разработки алгоритмов, способов, методов и устройств измерения скорости объектов посвящены работы российских ученых А.М. Абакумова, И.А. Бережной, В.А. Денцкевича, П.К. Кузнецова, В.С. Ляпидова, В.Ю. Мишина, В.И. Семавина, В.Н. Зыкова, В.К. Иванова, В.В. Сергеева, В.В. Мясникова и ряда зарубежных специалистов: *P. Pirim, Tomio Echigo* и др.

На данный момент уже существуют некоторые методы и алгоритмы интеллектуальных систем видеонаблюдения для обнаружения, отслеживания и распознавания. Однако существующие алгоритмы и устройства измерения скорости объектов, особенно протяженных, не обладают достаточным быстродействием, масштабируемостью и точностью, что позволяло бы системам видеонаблюдения работать в режиме реального времени.

### **Цель и задачи исследования**

Целью диссертации является усовершенствование методов и алгоритмов интеллектуальных систем видеонаблюдения, основанных на сегментировании жесткого движения байесовской фильтрацией.

Для выполнения поставленной цели в работе были сформулированы следующие задачи:

1. Исследовать и применить существующие методы отслеживания, обнаружения и распознавания в интеллектуальных системах видеонаблюдения.
2. Предложить методы отслеживания, обнаружения и распознавания объектов.
3. Проверить экспериментально усовершенствованные алгоритмы и методы.

## **Область исследования**

Содержание диссертации соответствует образовательному стандарту высшего образования второй ступени (магистратуры) специальности 1-38 80 04 «Технология приборостроения».

## **Теоретическая и методологическая основа исследования**

В основу диссертации легли результаты исследований в области интеллектуального видеонаблюдения: распознавание, обнаружение и отслеживание объектов. Произведен анализ существующих методов и алгоритмов распознавания, обнаружения и отслеживания объектов.

*Информационная база* исследования сформирована на основе литературы, открытой информации, технических нормативно-правовых актов, сведений из электронных ресурсов, а также материалов научных конференций и семинаров.

## **Научная новизна**

*Научная новизна* диссертационной работы заключается в улучшении алгоритма сегментации изображения Чан-Весе, использование структуры *TEDA* для создания новых классификаторов и алгоритмов кластеризации.

*Теоретическая значимость* диссертации заключается в том, что в ней предложены методы и алгоритмы для распознавания, обнаружения и отслеживания объектов интеллектуальных систем видеонаблюдения. Разработаны, усовершенствованы методы и алгоритмы. Экспериментально проверена эффективность предложенных методов и алгоритмов.

*Практическая значимость* диссертации состоит в том, что на основе рассмотренных методов и алгоритмов можно создать высокопроизводительную систему интеллектуального видеонаблюдения для распознавания, отслеживания и обнаружения объектов.

## **Основные положения, выносимые на защиту**

1 Методы обнаружения, отслеживания и распознавания объектов в интеллектуальных системах видеонаблюдения, с использованием техники байесовской фильтрации.

2 Классификатор и алгоритм кластеризации на основе структуры *Typicality-Eccentricity Data Analytics (TEDA)*, *TEDACluster TEDAClass*.

3 Усовершенствованный метод сегментации изображения, основанный на функциональности Чан-Весе.

## **Апробация и внедрение результатов исследования**

Результаты работы по теме диссертации были представлены на 54 научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР (г. Минск, Беларусь, 2018), I Международной научно-практической конференции «Инфор-

мационно-коммуникационные технологии: достижения, проблемы, инновации (ИКТ-2018)» (Новополоцк, Беларусь, 2018).

### **Публикации**

Основные положения работы и результаты диссертации изложены в двух опубликованных работах общим объемом 6 п.л. (авторский объем 5 п.л.).

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, трех глав с краткими выводами по каждой главе, заключения, библиографического списка и приложений.

**В первой главе** приведен обзор методов отслеживания, обнаружения и распознавания для интеллектуальных систем видеонаблюдения, а также рассмотрена покадровая обработка видеопотоков.

**Во второй главе** представлены предлагаемые методы отслеживания, обнаружения и распознавания для интеллектуальных систем видеонаблюдения.

**В третьей главе** представлены внедрение и проверка разработанных алгоритмов, результаты алгоритмов отслеживания, эксперименты с алгоритмом кластеризации *TEDAcluster*, классификациями объектов, сегментации изображений.

**В приложении** представлены публикации автора и акт внедрения.

Общий объем магистерской работы составляет 92 страницы. Из них 61 страниц основного текста, 17 иллюстраций на 4 страницах, 8 таблицы на 4 странице, библиографический список из 106 наименований на 7 страницах, список собственных публикаций соискателя из 4 наименований на 1 странице, 5 приложений на 31 страницах.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

Во **введении** описано текущее состояние проблемы, а также обоснование актуальности темы диссертационной работы.

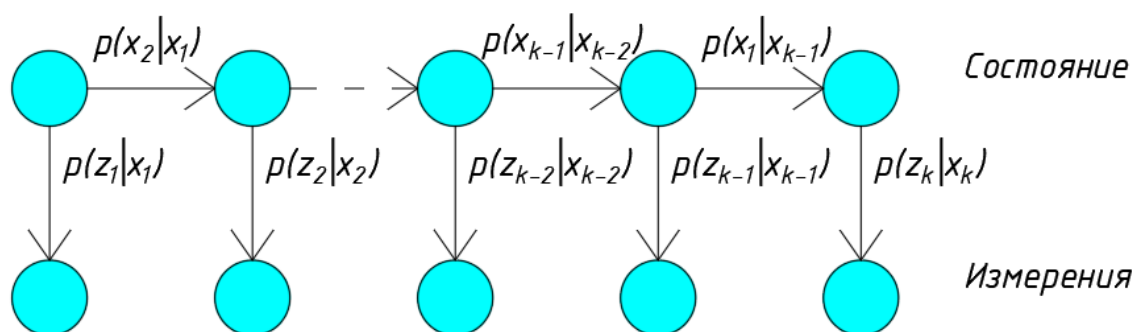
В **общей характеристике работы** показана актуальность проводимых исследований, степень разработанности проблемы, сформулированы цель и задачи диссертации, обозначена область исследований, научная (теоретическая и практическая) значимость исследований, а также апробация работы.

**В первой главе** приведен обзор методов отслеживания, обнаружения и распознавания в интеллектуальных системах видеонаблюдения, а также покадровая обработка видеопотоков.

Многие системы машинного зрения основаны на синергии между несколькими методами, где каждый из методов усиливает общую модель.

В первой главе рассматриваются методы, которые в дальнейшем лягут в основу разработанных методов и алгоритмов. Для методов отслеживания это

байесовская фильтрация и фильтрация отслеживания нескольких объектов. Байесовская графическая модель фильтра представлена на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Байесовская графическая модель фильтра**

Измерения моделируются как зависящие только от текущего состояния системы (марковская модель первого порядка). Здесь мы видим (скрытые) состояния,  $x_k$  и соответствующие измерения, также называемые видимыми состояниями,  $z_k$ , где  $k$  – положительный дискретный момент времени. Вероятности  $p(x_{k+1}|x_k)$  назначаются переносу между состояниями, а  $p(z_k|x_k)$  – вероятности измерений, данные состояниям.

Также рассмотрены методы обнаружения и распознавания. Проблемы распознавания образов направлены на присвоение меток объектам или их частям, учитывая соответствующие им измерения датчиков. Этот набор проблем разделен на разные отрасли, из которых кластеризация, классификация и регрессия рассмотрены в этой главе. Проанализированы следующие алгоритмы для обнаружения и распознавания: алгоритм персептрона, деревья принятия решений (алгоритм классификации и регрессии).

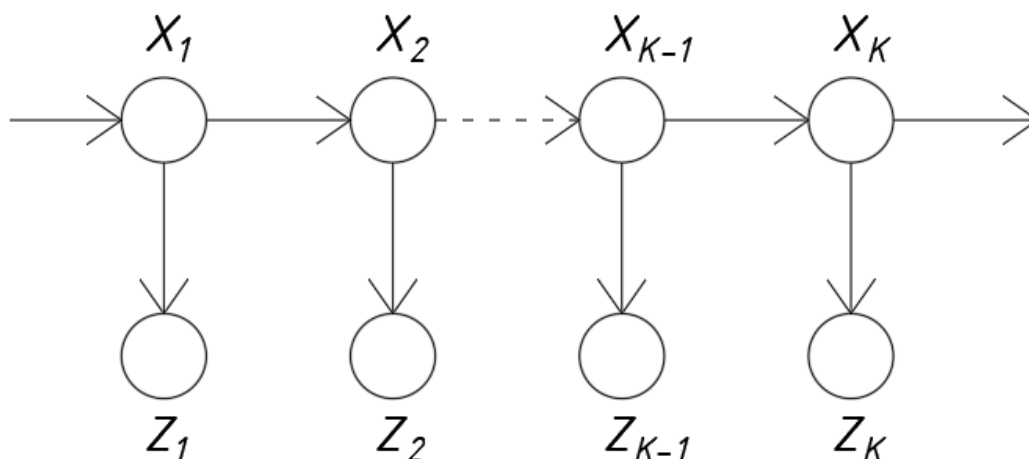
В первой главе также проанализированы методы покадровой обработки видеопотоков: методы сегментации изображений, экстракция объектов, угловые детекторы и дескрипторы.

Проведен анализ современных подходов к узнаванию и распознаванию лиц [1].

**Во второй главе** описываются предлагаемые методы отслеживания, обнаружения и распознавания объектов.

Предлагается новая технология обнаружения и отслеживания нескольких объектов на основе байесовской системы фильтрации.

Разобран байесовский алгоритм на основе фильтра для распознавания гауссовой смеси.



**Рисунок 2 – Графическая модель байесовского фильтра**

Байесовская модель на рисунке 2 задана взаимосвязанными скрытыми состояниями  $X_k$  и видимыми состояниями  $Z_k$ , где  $k \geq 1$  часто является номером сканирования.

Во второй главе также рассмотрены инициализация системы, прогнозирование, обновление и ЭМ-алгоритм для предлагаемой модели.

Для определения алгоритма отслеживания видео предлагается следующая процедура:

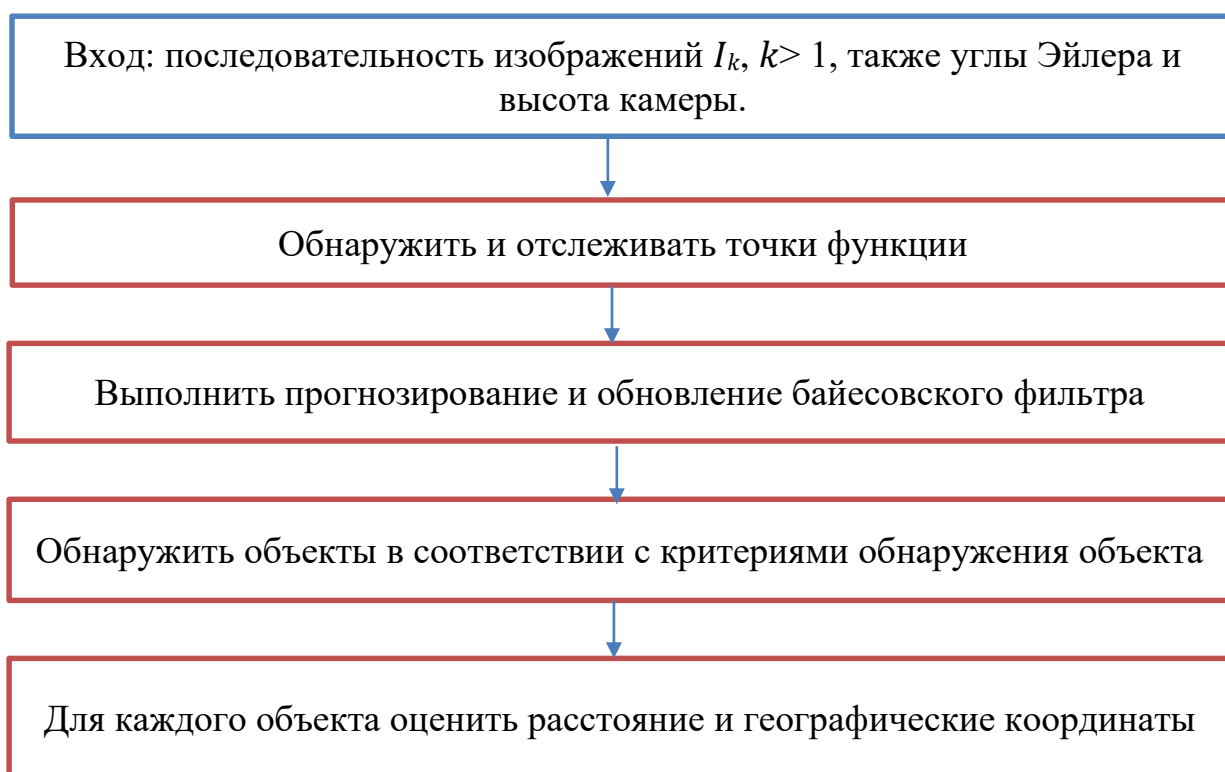
- определить фиксированное количество точек объекта из изображения с использованием не максимального подавления на угловой карте Харриса;
- отслеживать их с помощью алгоритма *Lucas-Kanade*, для тех, которые не могут надежно отслеживаться, искать замену, используя угловую карту Харриса;
- для каждой из точек  $p$ , которые были отслежены для  $NT$  кадров, применить алгоритм Кабша между текущим кадром и заданным числом кадров  $NT$ ;
- для каждой из точек, которые были отслежены для  $NT$  кадров, создайте вектор функций  $z = \{x, y, v_x, v_y\}$ , где  $x$  и  $y$  – координаты экрана точки, а  $v_x$  и  $v_y$  – скорость точки проекции для  $x$  и  $y$  соответственно.

Вектор  $z$  используется как видимая переменная в обеих реализациях байесовских фильтров.

Проанализирован алгоритм обнаружения объектов. Проведена оценка координат объекта в сочетании с алгоритмом байесовского фильтра.

Окончательная формулировка предлагаемого алгоритма отслеживания представлена на рисунке 3.





**Рисунок 3 – Краткое описание предлагаемого алгоритма**

Модели отслеживания могут быть объединены с моделями обнаружения объектов и алгоритмы обучения, описанные во второй главе, за исключением модификаций алгоритма Чан-Весе направлены на выполнение этих требований и могут быть использованы для обнаружения и распознавания в рамках структур обнаружения и отслеживания объектов. Метод сегментации изображений использует новый метод оптимизации для функциональности Чан-Весе, а также улучшает сам функционал, делая его, в отличие от оригинальной техники, непараметрическим.

В **третьей главе** приведены результаты алгоритмов отслеживания. В алгоритмах были учтены следующие допущения:

- заполненный фон (город, деревня, город, сельская дорога);
- различные типы поверхностей, на которых появляются представляющие интерес объекты (асфальт, земля, песчаная дорога);
- только движущиеся объекты с резкими границами находятся в области;
- размер объекта должен иметь размер не менее  $100 \times 100$  пикселей;
- видео должно быть зафиксировано в ясный день (без тумана, тумана, пыли, дождя или снега) в дневное время, с уровнем освещенности от 500 люкс до 100 000 люкс;

- аппаратное обеспечение системы должно поддерживать стабилизацию входного видеосигнала;
- для получения оценки географических координат объекта, камера должна занимать верхнее положение с абсолютным значением угла с направлением земной поверхности, не превышающим 45 градусов;
- для правильной оценки координат объектов, предполагается плоская местность (нет гор и холмов);
- предполагаемое разрешение камеры составляет до 720р с 10-30 кадрами в секунду (*FPS*);
- частота датчика телеметрии должна быть как минимум вдвое больше, чем скорость *FPS*, а синхронизация телеметрии и видеоданных имеет точность до  $1/2FPS$  секунд.
- скорость объекта не ниже 10 пикс/сек.

Также в главе представлены эксперименты с алгоритмом кластеризации *TEDAcluster*. Одним из широкоизвестных способов оценки эффективности классификатора является проблема классификации символов. Для этой проблемы существуют два различных известных рукописных наборов символов: *ETL 1* (рисунок 4) и *MNIST* (рисунок 5).

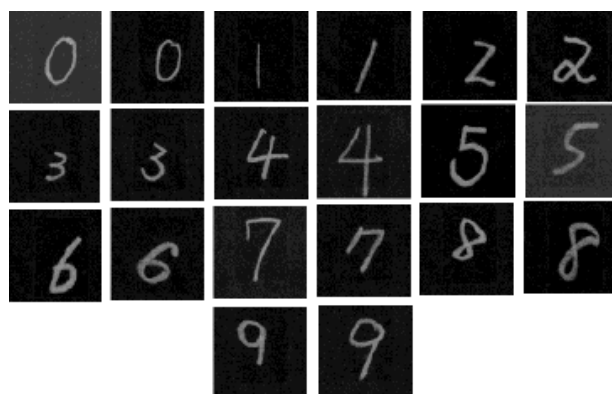


Рисунок 4 – Символьные данные (база данных *ETL1*)

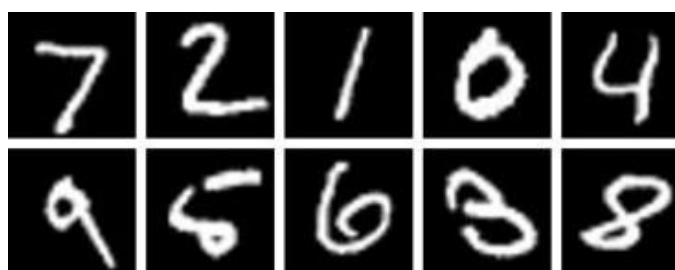


Рисунок 5 – Символьные данные (база данных *MNIST*)

Для оценки качества кластеризации алгоритма кластеризации *TE-DACluster* используется степень чистоты кластера  $\Pi$  для этих наборов данных:

Выявлено, что чистота кластеризации, как ожидается, увеличивается с увеличением размера обучающей выборки.

Рассмотрены эксперименты с классификациями объектов. Классификатор данных *TEDAClass* оценивался на тех же наборах данных, а именно *ETL1* и *MNIST*, как *TEDACluster*, но для задачи классификации. Метод сравнивался с нейрокогнитронной нейронной сетью, которая была специально установлена на наборе данных. Метод показывает хорошие результаты по сравнению с конкурирующими алгоритмами и превосходит их всех, но неокогнитрон. Для второго тестового сценария, в другом наборе данных, метод превосходит все методы, включая неокогнитрон, который показывает хорошие возможности обобщения предлагаемого метода и применимость к широкому кругу практических проблем.

Представлены модифицированные характеристики и приложения алгоритма Чан-Весе. Исходный алгоритм Чан-Весе сравнивается с некоторыми стандартными алгоритмами с предлагаемой версией Чан-Весе с расширенной технологией оптимизации, а также с непараметрической версией функционала. Данные бенчмаркинга состоят из изображений клеток крови, и задача состоит в том, чтобы выбрать отдельные клетки крови из изображения. Другим набором данных является хорошо известный набор данных *Caltech101* (рисунок 6).



**Рисунок 6 – Сравнительные изображения из набора данных *Caltech101* (сверху вниз, разные группы изображений: «Будды», «аккордеоны», «самолеты»)**

Использовались некоторые бенчмаркинговые изображения из. Сравнение было проведено против некоторых алгоритмов, а именно – средств Маккуина, алгоритма Чан-Весе, алгоритма сегментации графа, использующий алгоритм сокращения графа

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Работа представляет собой синтез двух тем, которые исторически разрабатывались преимущественно независимо, а именно: отслеживание объектов и распознавание образов. Исходная идея рассмотрения множественного отслеживания объектов, как проблемы сегментации жесткого движения, превратилась в независимый от домена Байесовский фильтр и набор алгоритмов для видеоаналитики. Алгоритмы обнаружения объекта также объединяют идеи эволюционирующих систем с нечеткими системами и системами *TEDA*.

Результаты, описанные в данной работе, многообразны и объединены идеей интеллектуального видеонаблюдения.

Предложен новый алгоритм отслеживания нескольких объектов в двух версиях, основанный на Лапласе и на системах вариационной аппроксимации. Этот подход способен отслеживать множественные целевые объекты с использованием кластеризации с постоянным временем. В отличие от большинства современных алгоритмов, предлагаемый не проводит различия между объектом и измерением помех на этапе слежения. Проблема решается после этапа отслеживания, выбирая те кластеры, которые соответствуют объектной модели. Предлагаемый алгоритм отслеживания множественных объектов определяется независимым от домена способом и после этого применяется к области видеоаналитики.

Предлагаются методы классификации, кластеризации и регрессии на основе перспективной структуры анализа данных *TEDA*. Предлагаемые методы основаны на структуре *TEDA* и включают в себя архитектуру нечетких систем и версии для последовательной и параллельной обработки данных с учетом практических потребностей большой обработки данных. Эти методы также включают возможности эволюционирующих систем динамически адаптироваться к изменяющимся статистическим свойствам данных, которые особенно полезны для анализа потока данных.

Методика вычитания фона, основанная на оценке скорости, предлагается в рамках байесовского фильтра. Этот метод используется для обнаружения объекта, представляющего интерес для кластеров, который выбирается последовательно с использованием предложенной техники байесовской фильтрации в двух вариантах реализации, с вариационными и приближениями Лапласа.

Предложен алгоритм сегментации изображения на основе алгоритма Чан-Весе. Методика сегментации изображений усиливает ранее известные подходы активного контура, используя алгоритм алгоритма ММ, который, как оказалось, более эффективен с точки зрения времени выполнения и количества итераций. Кроме того, была предложена онпараметрическая версия алгоритма.

Проведены наблюдения, эксперименты по всем предлагаемым методам отслеживания, кластеризации, классификации и видео

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Васильева, Е.В. Анализ современных подходов к узнаванию и распознаванию лиц / Е.В. Васильев, М.И. Шестаков// Сб . тезисов 54-ой научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, Беларусь, 23 – 27 апреля 2018 года. / УО «БГУИР». – Минск, 2018 – с.34-36.
2. Шестаков, М.И. Обзор современных возможностей интеллектуальных систем видеонаблюдения / М.И. Шестаков, Е.В. Васильев // Сб . тезисов 54-ой научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, Беларусь, 23 – 27 апреля 2018 года. / УО «БГУИР». – Минск, 2018 – с.58-63.
3. Васильева, Е.В. Устройства хранения данных для систем видеонаблюдения. Оптимальная емкость / Е.В. Васильев, М.И. Шестаков// I Международная научно-практическая конференция «Информационно-коммуникационные технологии: достижения, проблемы, инновации (ИКТ-2018)», Новополоцк, Беларусь, 14 июня 2018 года. / УО «ПГУ». – Новополоцк, 2018 – с.298-300.
4. Шестаков, М.И. Анализ эффективности систем распознавания автомобильных номеров / М.И. Шестаков, // I Международная научно-практическая конференция «Информационно-коммуникационные технологии: достижения, проблемы, инновации (ИКТ-2018)», Новополоцк, Беларусь, 14 июня 2018 года. / УО «ПГУ». – Новополоцк, 2018 – с.40-43..

**РЭЗІЮМЭ**  
**Васільева Яўгена Валер'еўна**  
**Метады і алгарытмы інтэлектуальных сістэм відэаназірання**

**Ключавыя словы:** інтэлектуальныя сістэмы відэаназірання, метады і алгарытмы.

**Мэта працы:** распрацоўка метадаў і алгарытмаў інтэлектуальных сістэм відэаназірання.

**Атрыманыя вынікі і іх навізна:** прапанаваны новы алгарытм адсочвання некалькіх аб'ектаў у двух версіях, заснаваны на Лапласа і на сістэмах варыяцыйнай апраксімацыі. Гэты падыход здольны отследжывая множныя мэтавыя аб'екты з выкарыстаннем кластарызацыі з пастаянным часам.

Прапануюцца метады класіфікацыі, кластарызацыі і рэгрэсіі на аснове перспектыўнай мадэлі аналізу дадзеных TEDA. Прапанаваныя метады заснаваны на структуры TEDA і ўключаюць у сябе архітэктuru нявыразных сістэм і версіі для паслядоўнай і паралельнай апрацоўкі дадзеных з улікам практычных патрэбаў вялікі апрацоўкі дадзеных.

Методыка аднімання фону, заснаваная на ацэнцы хуткасці, прапануецца ў рамках байесовскага фільтра. Гэты метада выкарыстоўваецца для выяўлення аб'екта, які прадстаўляе цікавасць для кластараў, які выбіраецца паслядоўна з выкарыстаннем прапанаванай тэхнікі байесовскай фільтрацыі ў двух варыянтах рэалізацыі, з варыяцыйнай і набліжэнне Лапласа.

Прапанаваны удасканалены метада сегментацыі выявы, заснаваны на функцыянальнасці Чан-Весэ.

**Ступень выкарыстання:** вынікі выкарыстаны на кафедры ПККС ў навучальны працэс.

**Вобласць ужывання:** інфармацыйныя тэхналогіі

## РЕЗЮМЕ

Васильева Евгения Валерьевна

### Методы и алгоритмы интеллектуальных систем видеонаблюдения

**Ключевые слова:** интеллектуальные системы видеонаблюдения, методы и алгоритмы.

**Цель работы:** разработка методов и алгоритмов интеллектуальных систем видеонаблюдения.

**Полученные результаты и их новизна:** предложен новый алгоритм отслеживания нескольких объектов в двух версиях, основанный на Лапласе и на системах вариационной аппроксимации. Этот подход способен отслеживать множественные целевые объекты с использованием кластеризации с постоянным временем.

Предлагаются методы классификации, кластеризации и регрессии на основе перспективной структуры анализа данных *TEDA*. Предлагаемые методы основаны на структуре *TEDA* и включают в себя архитектуру нечетких систем и версии для последовательной и параллельной обработки данных с учетом практических потребностей большой обработки данных.

Методика вычитания фона, основанная на оценке скорости, предлагается в рамках байесовского фильтра. Этот метод используется для обнаружения объекта, представляющего интерес для кластеров, который выбирается последовательно с использованием предложенной техники байесовской фильтрации в двух вариантах реализации, с вариационными и приближениями Лапласа.

Предложен усовершенствованный метод сегментации изображения, основанный на функциональности Чан-Весе.

**Степень использования:** результаты внедрены на кафедре ПИКС в учебный процесс.

**Область применения:** информационные технологии

## SUMMARY

Vasilyeva Evgeniya Valeryevna

### Methods and algorithms of intelligent video surveillance systems

**Key words:** intelligent video surveillance systems, methods and algorithms.

**The object of study:** development of methods and algorithms of intelligent video surveillance systems.

**The results and novelty:** the new algorithm of tracking of several objects in two versions, based on Laplace and on systems of the variational approximation is offered. This approach is capable of tracking multiple targets using clustering with a constant time.

Methods of classification, clustering and regression based on the perspective structure of TEDA data analysis are proposed. The proposed methods are based on the structure of TEDA and include the architecture of fuzzy systems and versions for sequential and parallel processing of data, taking into account the practical needs of large data processing.

The method of subtraction of the background, based on the speed estimate, is proposed in the Bayesian filter. This method is used to detect an object of interest to clusters that is selected sequentially using the Bayesian filtering technique proposed in the two embodiments, with variational and Laplace approximations.

An improved method of image segmentation based on the functionality of Chan-Vesya is proposed.

**Degree of use:** the results were used at the Department of PICS in the education process.

**Sphere of application:** information technology.