

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**  
**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**ФАКУЛЬТЕТ РАДИОФИЗИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**  
**Кафедра квантовой радиофизики и оптоэлектроники**

Аннотация к дипломной работе

**МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ НА ТЕПЛОВИЗИОННЫХ  
ИЗОБРАЖЕНИЯХ, ОСНОВАННЫЕ НА ВЫДЕЛЕНИИ КОНТУРОВ  
ИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ И СРЕДНЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ**

**Бондарь Ярослав Дмитриевич**

Научный руководитель – доцент Фираго В.А.

Минск, 2022

## РЕФЕРАТ

Дипломная работа: 66 страниц, 39 рисунков, 17 источников, 3 приложения.

*Ключевые слова:* ТЕПЛОВИЗОРЫ, ТЕПЛОВИЗИОННЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ, ПРОГРАММИРОВАНИЕ, ФОН, КОНТУР, ОБЪЕКТ, СРЕДНЯЯ ТЕМПЕРАТУРА ОБЪЕКТА, ВЕКТОРНО-ОСНОВАННЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ.

*Объект исследования:* Тепловое излучение объектов автомобилей, методы обнаружения объектов на тепловизионных изображениях, выделение контуров объектов на тепловизионных изображениях, построение векторно-основанных трехмерных изображений внешних контуров объектов.

*Цель работы:* анализ возможностей алгоритмов обнаружения объектов автомобильной техники на фоне естественных фоновых образований, которые основаны на выделении их внешних контуров на тепловизионных изображениях LWIR диапазона (8–14 мкм) и средней температуры внутри этих контуров.

В работе описаны методы обнаружения объектов на изображениях, в том числе, тепловизионных, принципы работы тепловизионной техники, методы формирования контуров тепловизионных изображений. Показано контурно-основанное детектирование объектов на цифровых изображениях с использованием третьего измерения – угла  $\Theta$ , описывающего угол направления касательной в каждой точке внешнего контура объекта.

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что предлагаемый контурно-ориентационный подход к распознаванию объектов дает достаточно точные результаты, однако, имеет недостатки и нуждается в доработке. Данный метод может быть использован для упрощения процедуры обучения нейронных сетей, распознающих различные объекты на изображениях.

## РЭФЕРАТ

Дыпломная праца: 66 старонак, 39 малюнкаў, 17 крыніц, 3 дадатка.

*Ключавыя словы:* ТЭПЛАВІЗАРЫ, ТЭПЛАВІЗІЙНЫЯ АДРАМЕННЯ, ПРАГРАМАВАННЕ, ФОН, КОНТУР, АБ'ЕКТ, СЯРЭДНЯЯ ТЕМПЕРАТУРА АБ'ЕКТА, ВЕКТАРНА-АСНОВАНЫЯ АДРАМЕННІ.

*Аб'ект даследавання:* Цеплавое выпраменьванне аб'ектаў аўтамабіляў, метады выяўлення аб'ектаў на цеплавізійных малюнках, вылучэнне контураў аб'ектаў на цеплавізійных выявах, пабудова вектарна-заснаваных трохмерных малюнкаў знешніх контураў аб'ектаў.

*Мэта працы:* аналіз магчымасцяў алгарытмаў выяўлення аб'ектаў аўтамабільнай тэхнікі на фоне натуральных фонавых утварэнняў, якія заснаваны на выдзяленні іх знешніх контураў на цеплавізійных малюнках LWIR дыяпазону (8-14 мкм) і сярэдняй тэмпературы ўнутры гэтых контураў. У рабоце апісаны метады выяўлення аб'ектаў на выявах, у тым ліку, цеплавізійных, прынцыпы работы цеплавізійнай тэхнікі, метады фарміравання контураў цеплавізійных выяў. Паказана контурна-заснаванае дэтэктаванне аб'ектаў на лічбавых выявах з выкарыстаннем трэцяга вымярэння – вугла  $\alpha$ , які апісвае вугал напрамку датычнай у кожным пункце знешняга контуру аб'екта.

На падставе атрыманых вынікаў можна зрабіць выснову, што прапанаваны контурна-арыентацыйны падыход да распазнавання аб'ектаў дае дастаткова дакладныя вынікі, аднак, мае недахопы і мае патрэбу ў дапрацоўцы. Дадзены метады можа быць выкарыстаны для спрашчэння працэдуры навучання нейронавых сетак, якія распазнаюць розныя аб'екты на выявах.

## ABSTRACT

Diploma Thesis: 66 pages, 39 figures, 17 sources, 3 appendices.

**Keywords:** THERMAL IMAGERS, THERMAL IMAGES, PROGRAMMING, BACKGROUND, CONTOUR, OBJECT, AVERAGE OBJECT TEMPERATURE, VECTOR-BASED IMAGES.

*Object of study:* Thermal radiation of car objects, methods for detecting objects on thermal imaging images, highlighting the contours of objects on thermal imaging images, building vector-based three-dimensional images of the external contours of objects.

*The purpose of the work* is to analyze the capabilities of algorithms for detecting objects of automotive equipment against the background of natural background formations, which are based on the selection of their external contours on thermal imaging images of the LWIR range (8–14  $\mu\text{m}$ ) and the average temperature inside these contours.

The paper describes methods for detecting objects in images, including thermal imaging, the principles of operation of thermal imaging equipment, methods for forming the contours of thermal imaging images. The contour-based detection of objects on digital images is shown using the third dimension - the angle  $\varphi$ , which describes the angle of the direction of the tangent at each point of the external contour of the object.

Based on the results obtained, it can be concluded that the proposed contour-orientation approach to object recognition gives fairly accurate results, however, it has drawbacks and needs to be improved. This method can be used to simplify the training of neural networks that recognize various objects in images..