

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ РАДИОФИЗИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
Кафедра интеллектуальных систем**

Аннотация к дипломной работе

**АВТОМАТИЗАЦИЯ КЛАССИФИКАЦИИ ТВЕРДЫХ
КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ**

Писарик Дарья Васильевна

Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук, А.А. Ломако

Минск, 2025

РЕФЕРАТ

Дипломная работа содержит 66 с., 31 рис., 3 табл., 19 источн., 3 прил.

КОМПЬЮТЕРНОЕ ЗРЕНИЕ, СОРТИРОВКА ОТХОДОВ, ТКО, МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ, НЕЙРОННЫЕ СЕТИ, КЛАССИФИКАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ, PYTORCH, OPENCV.

Цель работы - разработка системы на языке программирования Python для автоматизированной классификации твёрдых коммунальных отходов на основе алгоритмов компьютерного зрения и методов машинного обучения

Проанализированы существующие подходы к разработке систем визуальной сортировки и оценены возможности их применения в условиях реальных производственных линий.

Проведено сравнительное исследование эффективности различных алгоритмов классификации и оценена точность работы разработанных моделей.

Разработан и реализован программный модуль классификации изображений с использованием библиотек OpenCV и PyTorch, реализованы алгоритмы на основе метода опорных векторов и сверточных нейронных сетей, а также проведена их оценка на собственном датасете.

В настоящее время автоматизация процессов сортировки отходов приобретает особую значимость в условиях стремительного роста объёмов ТКО и усиливающихся экологических требований. Решение задачи визуальной классификации отходов позволяет существенно повысить эффективность переработки вторичных ресурсов и снизить нагрузку на полигоны. Применение компьютерного зрения даёт возможность анализировать изображения объектов на сортировочной линии в реальном времени, определять их категорию по внешним признакам (форма, цвет, текстура) и автоматически направлять в соответствующий контейнер или бункер.

Разработанные решения могут быть применены для расширения системы автоматизированной сортировки отходов на других мусоросортировочных предприятиях и региональных ветках коммунальных служб. Интеграция методов компьютерного зрения и машинного обучения позволит внедрить регулярный мониторинг качества сортировки, повысить долю переработки вторичного сырья и снизить расходы на эксплуатацию.

РЭФЕРАТ

Дыпломная праца змяшчае 66 с., 31 мал., 3 табл., 19 крыніц, 3 дадаткі.

КАМП'ЮТЭРНАЕ ЗРОК, САРТАВАННЕ АДХОДАЎ, ЦКА, МАШЫННАЕ НАВУЧАННЕ, НЕЙРОННЫЯ СЕТКІ, КЛАСІФІКАЦЫЯ ВЫЯВАЎ, PYTORCH, OPENCV.

Мэта працы - распрацоўка сістэмы на мове праграмавання Python для аўтаматызаванай класіфікацыі цвёрдых камунальных адходаў з выкарыстаннем алгарытмаў камп'ютарнага зроку і метадаў машыннага навучання.

Прасцей аналізаваны існуючыя падыходы да распрацоўкі сістэм візуальнай сартацыі і ацэнены іх магчымасці прымянення ў рэальных вытворчых умовах.

Праведзена параўнальнае даследаванне эфектыўнасці розных алгарытмаў класіфікацыі і ацэнена дакладнасць працы распрацаваных мадэляў.

Распрацаваны і рэалізаваны праграмны модуль класіфікацыі малюнкаў з выкарыстаннем бібліятэк OpenCV і PyTorch; рэалізаваны алгарытмы на аснове метаду апорных вектараў і свёрточных нейронных сетак, а таксама праведзена іх праверка на ўласным датасэце.

У сучасных умовах аўтаматызацыя працэсу сартацыі адходаў набывае асабліваю значнасць ва ўмовах імклівага росту аб'ёмаў ТКО і ўзмацнення экалагічных патрабаванняў. Вырашэнне задачы візуальнай класіфікацыі адходаў дае магчымасць значна павысіць эфектыўнасць перапрацоўкі другасных рэсурсаў і знізіць нагрузку на палігоны. Прымяненне камп'ютарнага зроку дазваляе аналізаваць выявы аб'ектаў на сартавальнай лініі ў рэальным часе, вызначаць іх катэгорыю па знешніх прыкметах (форма, колер, фактура) і аўтаматычна накіроўваць у адпаведны кантэйнер або бункер.

Распрацаваныя рашэнні могуць быць выкарыстаны для пашырэння сістэмы аўтаматызаванай сартацыі адходаў на іншых смеццесартарных прадпрыемствах і рэгіянальных падраздзяленнях камунальных службаў. Інтэграцыя метадаў камп'ютарнага зроку і машыннага навучання дазволіць укараніць рэгулярны маніторынг якасці сартацыі, павысіць долю перапрацоўкі другаснай сыравіны і знізіць выдаткі на эксплуатацыю.

ABSTRACT

The thesis contains 66 pages, 31 figures, 3 tables, 19 references, and 3 appendices.

KEYWORDS: COMPUTER VISION, WASTE SORTING, MSW, MACHINE LEARNING, NEURAL NETWORKS, IMAGE CLASSIFICATION, PYTORCH, OPENCV.

The aim of the diploma project is to develop a Python-based system for the automated classification of municipal solid waste using computer vision algorithms and machine learning methods.

Existing approaches to the development of visual sorting systems have been analyzed, and their applicability in real industrial lines has been evaluated.

A comparative study of the effectiveness of various classification algorithms has been carried out, and the accuracy of the developed models has been assessed.

An image classification module has been designed and implemented using the OpenCV and PyTorch libraries; algorithms based on Support Vector Machines and Convolutional Neural Networks have been developed and tested on a proprietary dataset.

At present, the automation of waste-sorting processes has become critically important in the context of rapidly growing volumes of MSW and increasingly stringent environmental requirements. Solving the problem of visual waste classification makes it possible to significantly improve the efficiency of secondary resource recovery and reduce the load on landfills. Computer vision enables real-time analysis of items on a sorting line, determination of their category by external features (shape, color, texture), and automatic routing to the appropriate container or bin.

The developed solutions can be applied to expand automated waste-sorting systems at other recycling facilities and regional branches of municipal services. Integrating computer vision and machine learning methods will allow for routine monitoring of sorting quality, increase the share of recycled materials, and reduce operating costs.