

Программный продукт для поиска и обнаружения визуальных дефектов на крупных промышленных предприятиях: поиск типовых объектов

Злыдарев Никита Витальевич

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.Носова
Студент

Тюлюмов Александр Николаевич

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.Носова
Студент

Аннотация

В работе приведен обзор программного продукта, позволяющего идентифицировать типовые объекты на изображениях. В результате работы программного продукта, повышена безопасность в подразделениях крупного промышленного предприятия. Целью исследования является разработка и внедрение программного продукта в систему контроля промышленной безопасности на производстве. Отдельного продукта, упрощающего контроль за состоянием зданий и сооружений, для сотрудников отдела промышленной безопасности на предприятии. Обоснование актуальности разработки таких приложений подтверждает их необходимость и развитие в данной сфере.

Ключевые слова: ветровые ограждения, типовые объекты, беспилотные летательные аппараты, сооружения, здания

A software product for the search and detection of visual defects in large industrial enterprises: search for typical objects

Zlydarev Nikita Vitalievich

Nosov Magnitogorsk State Technical University
Student

Tyulyumov Alexander Nikolaevich

Nosov Magnitogorsk State Technical University
Student

Abstract

The paper provides an overview of a software product that allows you to identify typical objects in images. As a result of the operation of the software product, security has been improved in the divisions of a large industrial enterprise. The purpose of the study is the development and implementation of a software product in the industrial safety control system in production. A separate product that simplifies the control over the condition of buildings and structures for employees of the industrial safety department at the enterprise. The substantiation of the

relevance of the development of such applications confirms their necessity and development in this area.

Keywords: wind barriers, typical objects, unmanned aerial vehicles, structures, buildings

Работа выполняется по договору №247715 от 05.07.2021 г. Между ПАО «ММК» и ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» «Разработка и применение методик контроля территорий, зданий и сооружений ПАО «ММК» с использованием беспилотных воздушных судов (БВС)»

Работа выполняется под руководством д-ра техн. наук, профессора Логуновой О.С.

Введение

Актуальность данного исследования подтверждается наличием множества альтернативных решений для проблемы. Проблемы поиска типовых объектов. Специалисты в сфере промышленной безопасности на крупных промышленных предприятиях в настоящее время встречаются с трудностью обнаружения дефектов или полного отсутствия типовых элементов. Выше указанная проблема оказывает высокое влияние на уровень безопасности всех сотрудников предприятия. Наличие дефектов различной степени или полное отсутствие типовых элементов приводит к необратимым и серьезным последствиям, рабочие на производстве подвергаются не оправданному риску. Отметим, что к подобным предприятиям относятся множество компаний, в частности промышленные производства, на которых в больших количествах находятся здания и сооружения различных назначений. Данный факт еще раз подтверждает широкий охват проблемы и высокий уровень востребованности в поиске ее решения. Выше упомянутые здания и сооружения, при не надлежащем контроле, представляют высокую опасность для людей. Именно поэтому за их состоянием требуется тщательный контроль. Контроль, за их фактическим состоянием, непосредственно связан с уровнем безопасности на предприятии. На данный момент существуют специальные группы людей, отвечающие за контроль состояния зданий и сооружений. Специалисты в сфере промышленной безопасности систематически производят проверки данных объектов на наличие или отсутствие дефектов. Отсутствие или повреждение типовых объектов на данных сооружениях приводят к негативным последствиям. Полное или частичное отсутствие ветровых ограждений на крышах зданий, цехов приводят к разрушению кровли, её отсоединение от обрешётки. Помимо нарушения целостности здания и его нормального функционирования, обломки при падении могут попасть на сотрудников и причинить им вред. На рисунке 1 представлено ветровое ограждение с отсутствующей секцией.



Рисунок 1 – Ветровое ограждение с отсутствующей секций

Помимо ветровых ограждений существует множество других объектов. На крышах производственных сооружений находятся вентиляционные дефлекторы. При полном отсутствии или наличии повреждений разной степени таких объектов происходит нарушение обмена воздуха в зданиях, производственных сооружениях, цехах и в других объектах, обеспечивающих функционирование предприятия. Такое повреждение оказывает негативное влияние на общее состояние сотрудников. Выше мы упомянули лишь два примера, типовых объектов, которые в случае отсутствия или повреждения приводят к серьезным последствиям, а именно вред сотрудникам и материальные убытки для предприятия. Поэтому стоит уточнить, что не только за данными объектами, находящимися на крышах зданий, необходим контроль, но и за элементами, которыми находятся на фасаде, вблизи сооружений, и составляющими инфраструктуры цехов, обеспечивающих подачу газа, воды, электричества. Для поиска дефектов и установления полного отсутствия типовых объектов, относящихся к зданиям и сооружениям, на предприятиях применяется визуальный осмотр. Данный метод имеет ряд недостатков. При осмотре сотрудник зачастую подвергается риску, в виду того, что часть объектов находятся в труднодоступных местах, в частности на крышах. Так же высоки временные затраты в виду выше упомянутого недостатка. Альтернативным методом служит исследование с помощью специальных технических устройств, таких как беспилотные летательные аппараты. Они не имеют недостатков присущих первому методу. Но при этом возникает проблема сегментации и распознавания

объектов на изображении. На рисунке 2 представлена фотография части крыши, сделанной с помощью беспилотного летательного аппарата, производственного цеха с отсутствующими и повреждёнными вентиляционными дефлекторами.



Рисунок 2 – Часть крыши сооружения с отсутствующими и повреждёнными вентиляционными дефлекторами

Выше приведенный рисунок подтверждает тот факт, что человек подвергается риску. Крыша не имеет никаких ограждений, так же присутствуют провалы кровли, в которые может провалиться специалист при обследовании состояния и получить телесные повреждения. Именно поэтому все недостатки исследования зданий и сооружений с помощью технических устройств нивелируются их достоинствами, главным из которых является безопасность для сотрудников.

Сравнительный анализ

Как выше было упомянуто, проблема обнаружения типовых объектов на изображении широко распространена. Для обнаружения подобных предметов создано множество теоретических и утилитарных решений. Далее в работе рассмотрены достоинства и недостатки таких программных продуктов.

В статье [1] приведено решение задачи поиска типовых объектов на изображении. Отмечены достоинства и недостатки обработки изображений в реальном времени и отложенная обработка. Создан гибридный алгоритм, в

котором использованы интеллектуальные и оптические методы обработки. Аргументировано использование нейронных сетей совместно с обычными алгоритмами в компьютерной обработке изображений. В итоге проделанной работы был разработан и применен новый алгоритм для обнаружения объектов на изображениях. Благодаря синергии обычных методов обработки изображений и машинного обучения результат поиска объектов был улучшен на 10 %. Но время работы алгоритма составляет приблизительно 0,3 секунды, что является не удовлетворительным для применения его в обработке видеопотоков. В перспективе предполагается увеличить скорость обработки с помощью оптимизации программного кода и проводимых интеллектуальных операций, так как большая часть времени (порядка 50 %) уходит именно на этапы, которые были разработаны самостоятельно, а также на обработку с помощью нейронной сети. В данный момент ведется разработка по распознаванию найденных номерных плат. Что сопоставимо с поставленной задачей, ввиду того, что номерные платы так же, как и элементы зданий и сооружений являются типовыми элементами. Опираясь на предшествующие работы авторов, можно сделать вывод, что для этого также лучше использовать искусственные нейросети. Пример работы алгоритма представлен на рисунке 3.

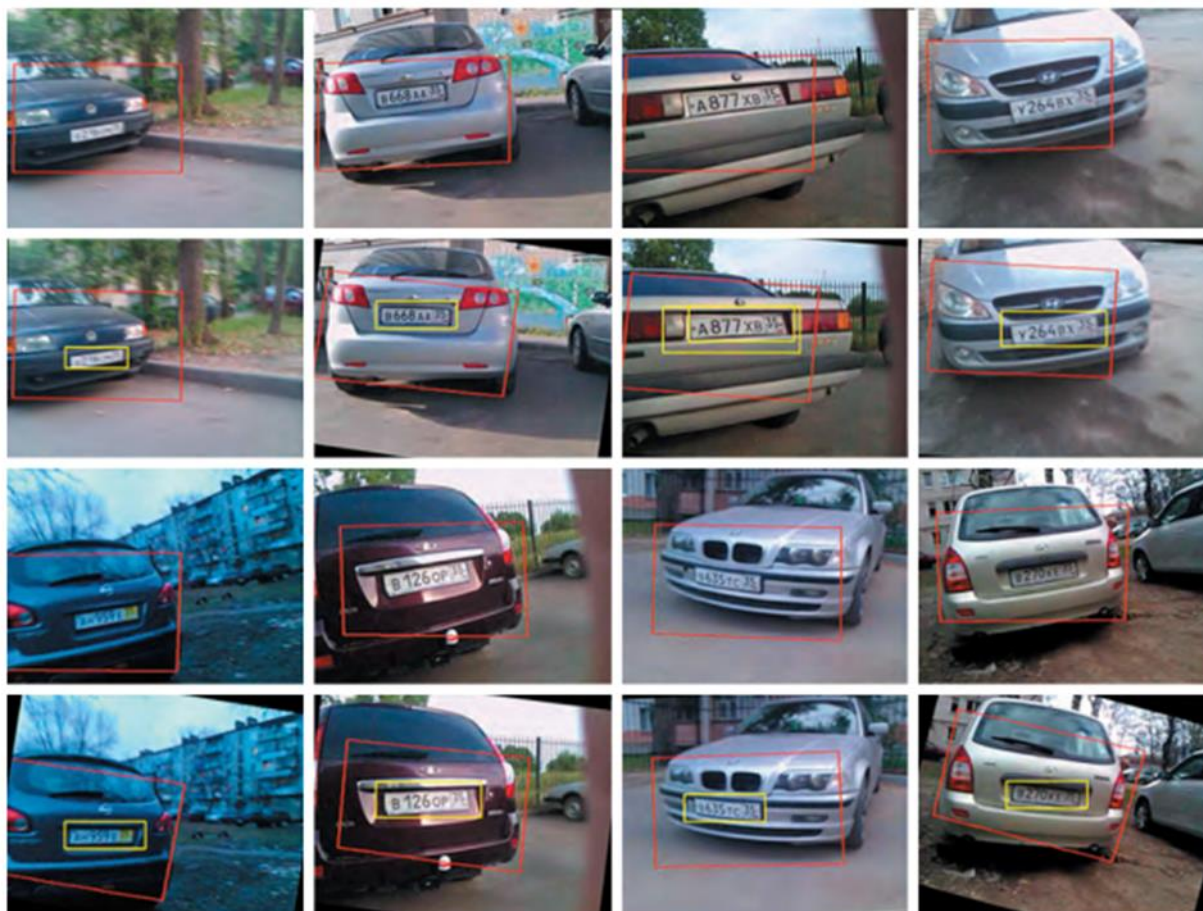


Рисунок 3 – Автомобильные номера, обнаруженные каскадом Хаара

В работе [2] рассмотрен поиск на изображении малоразмерных объектов, а главный акцент сделан на метод максимума энтропии. Помимо выше сказанного дан краткий обзор уже существующих методов обработки и анализа изображений: в каких случаях и почему они используются, и в чем заключаются отличительные особенности метода максимума энтропии. Детально рассмотрены задачи, которые решаются в процессе обработки и анализа изображений. Выделены и изучены факторы, влияющие на ухудшение качества распознавания, такие как случайный шум, переменный фон, крайне низкая контрастность, а также способы противодействия этим факторам. Результатом данной работы является разработка алгоритма обнаружения малоразмерных объектов на изображении, основанного на методе максимума энтропии.

В статье [3] рассмотрено применение метода инвариантных моментов для поиска объекта на изображении с использованием библиотек «open cv». Актуальность использования метода инвариантных моментов для поиска объекта на изображении сцены определяется тем, что повышается эффективность поиска и появляется возможность обеспечить устойчивость к изменению масштаба. Целью данного исследования является определение основных характеристик изображений, подвергающихся обработке, увеличение их качественных характеристик для повышения эффективности обработки, разработка алгоритма поиска объекта на изображении-сцене и создание программного обеспечения для реализации алгоритма поиска. В результате поиск объекта на изображении-сцене реализован с помощью специального алгоритма, который подразумевает считывание изображения шаблона, его бинаризацию с использованием алгоритма выделения границ «Canny» с заданными порогами, определение контура с помощью функции «findContours» и выделяется искомый объект. Стоит отметить, что данный метод характеризуется простотой алгоритма и позволяет свести к минимуму временные затраты на идентификацию объекта на изображении-сцене за счёт сравнения инвариантных моментов контуров изображений-сцены с инвариантными моментами контура эталона, а не сравнения с самим эталоном. Характерной особенностью данного решения является высокий уровень точности распознавания, инвариантность к повороту, отражению, сдвигу и масштабированию изображения. На рисунке 4 представлен пример работы данного программного продукта.



Рисунок 4 – Изображение сцены и контуры изображения сцены

В работах [4, 5] рассматривается новый инструмент для получения данных о текущем состоянии поверхности ограждающих конструкций зданий и сооружений на промышленном предприятии. Предотвращение разрушения зданий и сооружений, аварийных ситуаций на опасных производственных объектах является поводом для проведения непрерывного мониторинга объектов и разработки критериев оценки их качества. В настоящее время более 75% опасных промышленных объектов выработали свой ресурс, но продолжают эксплуатироваться в рабочем режиме. При этом остаются распространенными традиционные методы и способы проведения осмотра и оценки зданий и сооружений при наличии новых технологий. В данных работах предлагается новый инструмент. Инструментом является беспилотный летательный аппарат, который позволяет получить информацию о состоянии объекта в труднодоступных местах. Использование беспилотного летательного аппарата потребовало введения понятия «полезная» площадь обследования, разработки траекторий полета, проведение пилотных испытаний и определения качественных и количественных показателей для оценки состояния поверхности ограждающих конструкций здания.

Программный продукт

Рассмотрев выше упомянутые работы и проанализировав достоинства и недостатки решений, предложенных в них, был разработан программный продукт для поиска типовых объектов на изображении, основанный на поиске шаблонов искомых объектов. Программа с помощью поэтапного и постепенного сравнения изображения шаблона с изображением для поиска способна определять типовые объекты. Достаточно иметь фотографию области для поиска и минимальное количество шаблонов искомых объектов. Процесс обработки занимает относительно не большой промежуток времени на фоне альтернативных программных продуктов, при этом имеет высокую точность, которую можно снизить для поиска объектов с дефектами или имеющих изменённую геометрию и форму. На рисунке 5

представлена общая блок схема работы программного продукта. Пользователь выбирает изображение, на котором производится поиск, и папку с шаблонами искомого объекта. Для детальной настройки работы программного продукта у пользователя есть возможность скорректировать параметры, влияющие на точность поиска объекта. К ним относятся коэффициент совпадения, указывающий на сколько процентов шаблон объекта должен совпадать с самим объектом на изображении, так же настраиваются границы масштабирования, нижняя и верхняя граница с диапазоном от 10% до 100% масштаба исходного изображения. Настроив данные параметры, пользователь может перейти к обработке изображения нажав соответствующую кнопку – «Обработать». Пользователь может наблюдать за процессом работы программы с помощью прогресс бара. По завершению обработки в рабочую область будет выведено новое изображение с выделенными объектами, а также их количество в специальной строке. Обработанное сообщение можно сохранить, при этом на сохранённом изображении будет напечатано количество найденных объектов.

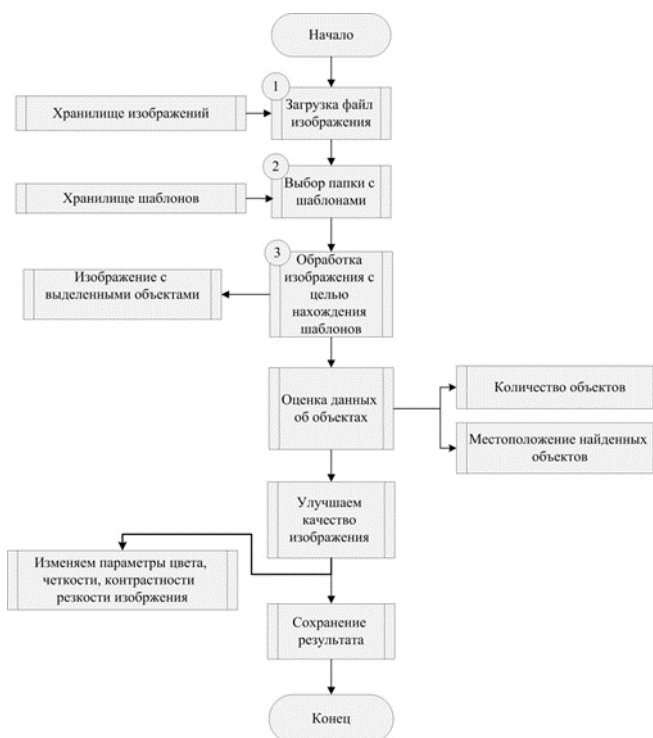


Рисунок 5 – Общая блок схема программного продукта

Интерфейс программного продукта эстетичен и понятен. Каждая кнопка и ползунок выполнены в одном стиле. Названия соответствуют тому, что делает тот или иной элемент. Так кнопки «Выбрать» отвечают за выбор исходного изображения на котором будет происходить поиск, и папки с шаблонами объекта, который требуется обнаружить или подтвердить его отсутствие. Так же имеется поле для ввода пути к расположению файлов самостоятельно. Стоит отметить, что ввиду особенностей языка программирования, на котором выполнен программный

продукт, путь к файлу должен содержать только латинские символы. Но в случае ошибки пользователя, программа выдаст соответствующее сообщение, и попросит пользователя заново выбрать файл изображения или папку с шаблонами. Так же кнопки «Обработать» и «Сохранить» выполняют соответствующие своему названию действия. Аналогична предусмотрена проверка. Если пользователь захочет обработать изображение, при этом не добавив его или не выбрав папку с шаблонами программу выдаст советующую ошибку. При сохранении, изображение должно быть полностью обработано, то есть прогресс бар указывает на 100% обработки. В ином случае будет выдано сообщение о том, что изображение не обработано и сохранение не будет выполнено, в виду отсутствия сохраняемого файла. Ползунок для коэффициента совпадения находится первым из всех трех ползунков, для того, чтобы оценивать на сколько процентов сместил пользователь данный параметр, в его верхней части указаны проценты на текущий момент. Далее идут два ползунка указывающие на границы масштабирования. Верхний отвечает за левый край, нижний за правый. Диапазон лежит от 10% до 100% от исходного изображения. При этом при запуске программного продукта все 3 ползунка имеют оптимальные параметры по умолчанию. Их настройка требуется при смене искомого объекта и области. Это связано с глобальными отличиями цвета, формы, размера искомых объектов, а так связано с яркостью изображения. На сильно ярких или наоборот темных изображениях видимость объекта снижается даже для человека. На рисунке 6 представлен пример работы программы, в котором отражены все выше описанные элементы интерфейса.

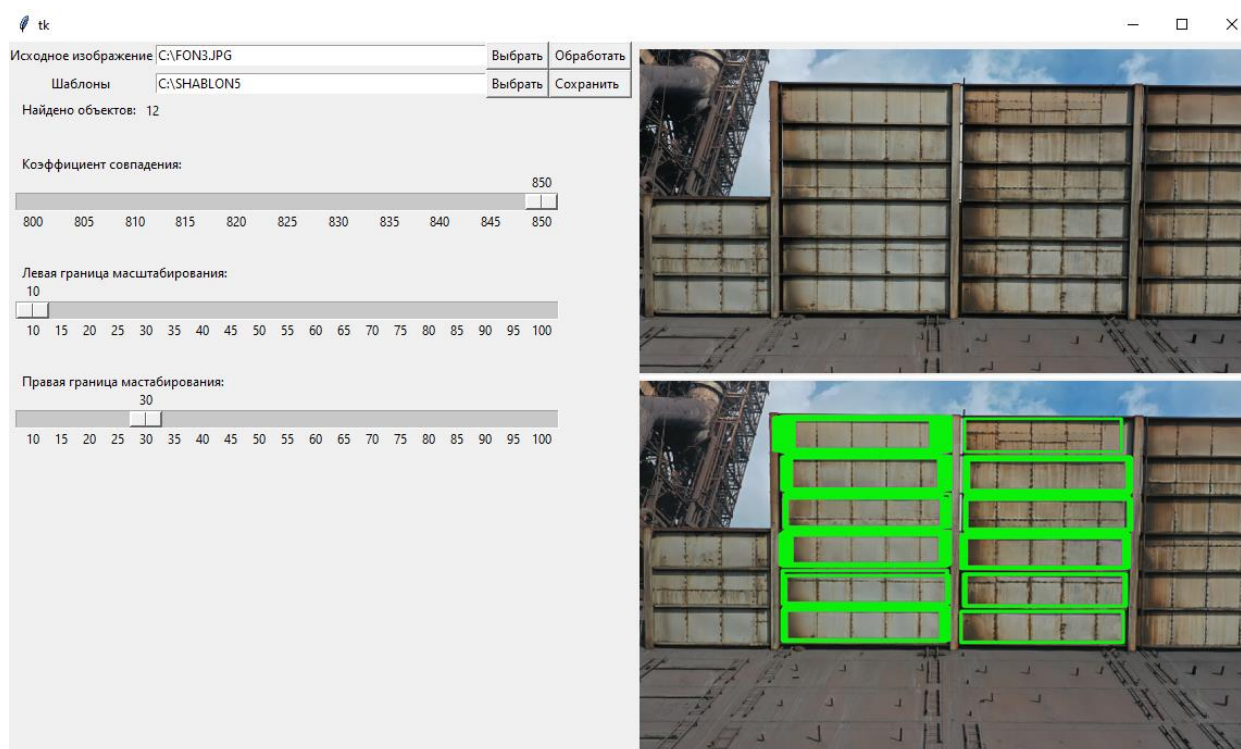


Рисунок 6 – Пример работы программного продукта

Вывод

В результате проделанной работы рассмотрены ранее созданные системы и алгоритмы, выявлены их преимущества и недостатки, определена задача разработки программного продукта для обнаружения типовых объектов на промышленном объекте, с учетом полученных данных. Произведена визуализация и оценка дефектов. Определены и разобраны методы, которые используются в создании программного продукта.

Библиографический список

1. Тарасян В. С., Карачев Д. К. Автоматическая система поиска объектов на изображении на примере автомобильного номера // Инновационный транспорт. 2018. № 2(28). С. 34-38. DOI 10.20291/2311-164X-2018-2-34-38.
2. Оспанов Д. Т. Разработка алгоритма поиска малоразмерных объектов на изображении методом максимума энтропии // МНСК-2018: Информационные технологии: Материалы 56-й Международной научной студенческой конференции, Новосибирск, 22–27 апреля 2018 года. Новосибирск: Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, 2018. С. 92.
3. Котенко В. Н. Применение метода инвариантных моментов для поиска объекта на изображении-сцене с использованием библиотеки `open Computer vision` // Донецкие чтения 2020: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Материалы V Международной научной конференции, Донецк, 17–18 ноября 2020 года / Под общей редакцией С.В. Беспаловой. Том 1. Часть 2. Донецк: Донецкий национальный университет, 2020. С. 239-241.
4. Наркевич М. Ю. и др. Интеллектуальная система принятия решений при оценке качества зданий и сооружений на опасных производственных объектах: определение траектории движения беспилотного летательного аппарата // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2022. Т. 20.№ 1. С. 50-60. DOI 10.18503/1995-2732-2022-20-1-50-60.
5. Логунова О. С. и др. Представление и визуализация результатов научных исследований: учебник. М.: Издательский Дом "Инфра-М", 2019. 156 с.