

УТВЕРЖДАЮ

Проректор КНИТУ-КАИ по
научной и инновационной
деятельности, д.т.н, профессор
С. А. Михайлов

Отзыв

ведущей организации ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева» на диссертационную работу Тура Александра Игоревича на тему «Иерархический метод распознавания в подсистемах машинного зрения АСУТП сортировки и утилизации бытовых отходов» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности)

Актуальность работы

В современном мире объемы потребления и производства постоянно растут. В связи с этим и увеличивается количество отходов, которые требуется утилизировать. Ручные комплексы по сортировке отходов обладают достаточно низкой продуктивностью в силу объективных причин. Поэтому автоматизация данного процесса исключительно актуальна. В диссертационной работе рассматривается автоматизация с использованием модулей машинного зрения, позволяющих распознавать объекты, попадающие в систему сортировки. Применение подобного метода сортировки, несомненно, дешевле использования специализированных устройств (спектрометров). Автор описывает особенности процесса сортировки отходов с использованием подсистемы машинного зрения и предлагает применение оригинального метода, позволяющего повысить скорость обработки изображений (при сохранении качества распознавания). Поэтому исследование, проводимое в диссертационной работе Тура А. И., является актуальным и полезным в области создания роботизированных комплексов сортировки и утилизации отходов.

Общая характеристика содержания работы

Во введении представлено описание текущего состояния дел в области распознавания объектов на изображении. Описаны основные проблемы производственных и мобильных комплексов (направленных на

автоматизацию технологических процессов), возникающие при реализации системы распознавания объектов с применением модулей машинного зрения.

В первой главе анализируется ключевая информация о машинном зрении на примере подсистем технического зрения АСУТП, занимающихся сортировкой и утилизацией бытовых отходов. Рассмотрены основные технические требования, выдвигаемые для таких подсистем, и типовые подходы к их реализации. Для повышения производительности предложено использовать иерархический метод, основанный на подходе «Coarse-to-Fine», позволяющий снизить нагрузку на систему в каждый из моментов активного поиска.

Во второй главе описывается иерархический метод распознавания. Приведено теоретическое обоснование эффективности и произведены расчеты, демонстрирующие сохранение общей тенденции уменьшения времени распознавания для группы анализируемых алгоритмов.

В третьей главе произведено моделирование процесса иерархического распознавания объекта с целью определения настроек системы распознавания, недопускающих перегрузки сервера при распознавании объекта. Полученные данные автор применяет для выбора настроек системы распознавания для физического стенда.

В четвертой главе описывается реализация прототипа системы иерархического распознавания. Для этого рассмотрен автомат по приему и сортировке отходов на основе одноплатного компьютера с ограниченной вычислительной мощностью. Проведен эксперимент, подтверждающий расчеты, представленные во второй главе. Приведены документальные свидетельства реализации и внедрения иерархического метода в проекте «Sortomat».

Научная новизна диссертационной работы

Научная новизна заключается в следующем:

1. Предложен и разработан оригинальный иерархический метод обработки информации, представленной в графическом виде, в автоматизированной системе управления на основе иерархического подхода, отличающийся тем, что реализует поэтапное уточнение области поиска объекта на изображении при сохранении уровня достоверности результатов распознавания, что обеспечивает снижение требований к ресурсоемкости системы;

2. Разработаны специализированные (для описанной задачи) аналитическая и имитационная модели иерархической системы распознавания информации, представленной в графическом виде, особенностью которых является учет перераспределения ограниченных вычислительных ресурсов, что позволяет исследовать применимость иерархического метода

распознавания к конкретной системе, абстрагируясь от сложных нелинейных расчетов и трудоемких натуральных экспериментов.

Достоверность и обоснованность результатов исследований

Достоверность результатов диссертационной работы подтверждается удовлетворительным совпадением результатов теоретических расчетов и экспериментальных исследований, проведенных на физическом испытательном стенде, совпадением предполагаемых и реальных результатов загрузки системы, предварительно рассчитанных с помощью имитационной и аналитической модели, а также успешной апробацией разработанного метода в проекте «Sortomat».

Автореферат в полной мере отражает основные положения, содержание и выводы диссертации, которые опубликованы в 16 публикациях автора, шесть из которых — в журналах ВАК (в том числе один патент на полезную модель и одно свидетельство на регистрацию программы для ЭВМ), шесть – в изданиях, входящих в международные базы цитирования Scopus. Новизна и приоритет автора подтверждается многочисленными публикациями и докладами на всероссийских и международных конференциях. Опубликованные работы в полной мере отражают содержание диссертации.

Практическая значимость полученных автором результатов

В практическом плане, предложенный автором метод позволяет уменьшить общее время распознавания объекта на изображении в условиях ограниченных вычислительных ресурсов, при сохранении уровня достоверности получаемых результатов. Это позволяет применять его в системах с ресурсными ограничениями для запуска ресурсоемких алгоритмов распознавания объектов.

Оформление и стиль изложения

Диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения, списка литературы и приложений. Полный объем диссертации составляет 126 страниц, из которых 81 страница занимает основной текст диссертации, включающий 31 рисунок и 5 таблиц. Диссертация написана на профессиональном техническом языке и в достаточной мере сопровождается рисунками и таблицами. Приводимые автором факты и цитаты имеют корректные ссылки на первоисточники. Название, форма и содержание диссертационной работы полностью соответствуют специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности). Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации и полученные в ней результаты.

Замечания

1. Целью работы на наш взгляд является не реализация эффективных процессов обработки данных, а создание эффективных процессов обработки данных.

2. При моделировании не учтено влияние запаздывания процессов передачи изображения от камеры к компьютеру, время записи изображения в память компьютера, время чтения изображения из памяти компьютера. Это может негативно сказываться на прогнозирование результатов загруженности системы при выборе параметров распознавания.

Заключение

Указанные замечания не являются определяющими в общей оценке представленной диссертации Тура А. И., представляющей собой завершённую научно-квалификационную работу, которая имеет научное и прикладное значение. Представленная диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности).

Отзыв на автореферат и диссертацию обсужден и утвержден на расширенном заседании кафедры автоматики и управления Института автоматики и электронного приборостроения ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева» «19» ноября 2020 г., протокол № 7.

Зав. каф. автоматики и управления,
Заслуженный работник высшей школы РФ,
д.п.н., к.т.н, доцент

Н. Н. Маливанов

Профессор каф. автоматики
и управления,
Заслуженный деятель науки РФ,
д.т.н., профессор

Г.Л. Дегтярев

