

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора кафедры «Автоматизированные системы управления» Уфимского государственного авиационного технического университета Куликова Геннадия Григорьевича 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

Следуя современной научной концепции промышленной революции «Индустрия 4.0», производственные предприятия и корпорации внедряют системы «умного производства». Такие интеллектуальные производственные системы, как правило, реализуются через сложные информационные технологии, обеспечивающие требуемое качество управления, прежде всего, за счет непрерывного мониторинга состояния объектов производства. В теории управления разработаны методы измерения и идентификации динамических объектов, характеризуемых сосредоточенными параметрами. Проблема же измерения и идентификации моделей в распределенных параметрах 3 – мерных объектов в реальном времени протекания производственных и технологических процессах остается не решенной.

Так в производственных и соответственно технологических процессах сортировки промышленных, бытовых и других отходов, сегодня применяются оптические датчики, многомерные данные с которых используются для идентификации и распознавания объектов. Однако для решения задачи идентификации и распознавания объектов в реальном времени (в темпе технологического процесса) существует проблема

реализации ресурсоемких алгоритмов на платформах с ограниченными вычислительными мощностями. В диссертационной работе решается именно эта задача, разрабатывается оригинальный метод, обеспечивающий требуемую скорость обработки изображений (при сохранении качества распознавания). Это позволит повысить эффективность автоматизированных, производственных линий, использующих подсистемы машинного зрения для сортировки промышленных и бытовых отходов, базового этапа ПП утилизации. Поэтому исследование, проводимое в диссертационной работе по созданию метода распознавания в подсистемах машинного зрения АСУТП, является актуальным и своевременным.

Общая характеристика содержания работы

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.

Во введении описаны основные проблемы производственных и мобильных комплексов, использующих модули машинного зрения. Представлено обоснование актуальности данной работы, поставлена цель и сформулированы задачи.

В первой главе проводится анализ основополагающих моментов, связанных с применением машинного зрения в АСУТП. Сформулирован список проблем таких систем на примере АСУТП, занимающихся сортировкой и утилизацией бытовых отходов. Определены задачи работы и выдвинуты предложения по решению этих проблем, представлена идея создания иерархического метода распознавания.

Во второй главе раскрывается содержание и принципы предлагаемого иерархического метода распознавания. Приведено обоснование эффективности, основывающееся на выведении общей закономерности сокращения количества времени, необходимого для распознавания, и

произведены теоретические расчеты, позволяющие предварительно оценить преимущества такого метода над известными (типовыми).

В третьей главе произведено аналитическое и имитационное моделирование процесса иерархического распознавания объекта. Проведено сопоставление полученных моделей, доказана их адекватность. Автор применяет моделирование для поиска оптимальных настроек системы в условиях иерархического метода распознавания. Необходимость этого обуславливается недопущением перегрузки вычислительной платформы, что, по сути, и является основой описываемого метода.

В четвертой главе автор, используя данные полученные в ходе моделирования, создает систему иерархического распознавания на примере автомата по приему и сортировке отходов. Представлена аппаратурно-программная реализация автомата по сортировке отходов. Для проверки теоретических расчетов проведен эксперимент, результаты которого показывают адекватность предложенных моделей с процессом иерархического распознавания и подтверждают снижение времени распознавания при сохранении требуемого качества (достоверности) функционирования.

Научная новизна диссертационной работы

Научная новизна заключается в следующем:

- Разработан иерархический подход и оригинальный метод обработки изображений в АСУТП в реальном времени (в темпе технологического процесса) с требуемой достоверностью и точностью;
- Разработаны специализированные аналитическая и имитационная модели иерархической системы распознавания объектов, особенностью которых является учет перераспределения вычислительных ресурсов. Доказана их адекватность.

Достоверность и обоснованность результатов исследований

Достоверность результатов работы подтверждается данными теоретических расчетов и экспериментальных исследований, проведенных на физическом испытательном стенде, а также совпадением результатов загрузки системы, полученных в ходе моделирования и эксперимента, Основные положения, выносимые на защиту, прошли успешную апробацию на конференциях российского и международных уровней.

В диссертационной работе предложен новый иерархический подход и метод обработки изображений в АСУТП реального времени, ориентированных на исследуемую производственную (предметную) область. Это является существенным обобщением и системным развитием традиционных, в основном прикладных, способов и методов. Основные структуры, математические уравнения и соотношения не противоречат базовым положениям системного анализа, теории моделирования объектов и элементов АСУТП.

Отличия модельных и экспериментальных данных, полученные в ходе исследований находятся в пределах точностей, задаваемых техническими регламентами, что так же подтверждает достаточную степень адекватности и достоверности предложенных моделей и алгоритмов.

Результаты работы не противоречат известным работам других специалистов в области АСУТП и Моделирования.

Практическая значимость полученных автором результатов

Предложенные в диссертационной работе алгоритмы и модели позволяют разрабатывать новые и совершенствовать существующие информационные системы распознавания за счет иерархических операций над изображением, не требующих больших временных затрат на предобработку.

Разработанные модели, алгоритмы и программное обеспечение включены в научный проекта No С-26/174.6 разработанный международной исследовательской группой (МИГ-30).

Публикации и апробация работы

Основные результаты диссертации изложены в шестнадцати статьях, шесть из которых — в журналах ВАК, в том числе один патент на полезную

модель и одно свидетельство на программу для ЭВМ, шесть – в изданиях, входящих в международные базы цитирования (Scopus и Web of Science), остальные – в тезисах докладов, материалах конференций и прочих источниках. Автореферат соответствует содержанию диссертации и отражает ее основные положения.

Оформление и стиль изложения

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 5.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности).

Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации и полученные в ней результаты.

Замечания по работе

1. Во второй главе теоретические расчеты времени распознавания одного кадра различными нейронными сетями опираются на время распознавания одного изображения, полученного экспериментально. Однако данный эксперимент нигде не описывается.

2. Моделирование проводится с учетом распараллеливания процесса распознавания (n-канальная система), но не все вычислительные платформы способны проводить подобные вычисления. Стоило рассмотреть модель и процесс распознавания с одноканальной системой массового обслуживания, но также в условиях применения иерархического метода распознавания.

3. График относительной пропускной способности является многомерным, поэтому представление его на плоскости является не полным отображением состояния системы распознавания. Возможно, стоило выполнить его с применением nD диаграммы.

4. В целом, можно констатировать, что результаты системного и аналитического анализа иерархического подхода и метода распознавания с учетом этапов проектирования и реализации производственных процессов утилизации отходов достаточно полно формализованы и представимы в «компьютерной (цифровой форме) форме и позволят создать структурную модель всего технологического процесса (ТП) с учетом обратных связей в АСУТП и применения современных технологий промышленного Internet. Автору целесообразно было бы сформулировать необходимые требования к интеграции в информационную инфраструктуру АСУТП и Internet с учётом данной специфики.

5. К сожалению, разработанные теоретические и методические положения и соответствующие модели и алгоритмы представлены на общепринятых инженерно-математических языках, что вызовет дополнительные трудности при их автоматизации и применении. Целесообразно было бы использование рекомендуемых для этих целей ГОСТ в машиностроении языков CASE технологий, например OWL, EXPRESS, IDEF, BPMN и др.

Указанные замечания не снижают общего положительного мнения о проделанной работе и скорее являются рекомендациями для дальнейших исследований.

Заключение

В целом диссертационная работа является самостоятельным научно – практическим исследованием, выполненным на актуальную тему, обладает определённой научной новизной, имеет теоретическую и практическую значимость, полностью отвечает требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Автор работы Тур Александр Игоревич

заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности

05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности).

Официальный оппонент,
доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры «Автоматизированные
системы управления»



Куликов Геннадий Григорьевич

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный авиационный технический университет», <https://ugatu.su/>

450008, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. К. Маркса, д. 12

e-mail: gennadyg_98@yahoo.com

