

ректор по науке и инновациям
Пермского национального исследовательского
ского университета,
технических наук, профессор

Коротаев В.Н.

Игоря 20 10 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»
Министерства науки и высшего образования Российской Федерации

Диссертация «Иерархический метод распознавания в подсистемах машинного зрения АСУТП сортировки и утилизации бытовых отходов» выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» на кафедре «Автоматика и телемеханика».

В период подготовки диссертации соискатель Тур Александр Игоревич работал в Пермском национальном исследовательском политехническом университете на кафедре «Автоматика и телемеханика» на должности ассистент.

В 2016 году окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» по специальности 10.05.03 Информационная безопасность автоматизированных систем с присуждением квалификации специалист по защите информации.

В 2020 году окончил аспирантуру *очной* формы обучения по направлению 27.06.01 Управление в технических системах Пермского национального исследовательского политехнического университета (период обучения: 01.09.2016 – 31.08.2020).

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Южаков Александр Анатольевич, заведующий кафедрой «Автоматика и телемеханика» Пермского национального исследовательского политехнического университета.

По итогам обсуждения представленной работы принято следующее заключение:

Представленная работа Тура Александра Игоревича посвящена разработке алгоритмов технического зрения в автоматизированных системах управления технологическим процессом, обладающих повышенными показателями скорости обработки в условиях ограничения вычислительных ресурсов.

1. Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации, заключается в следующем:

- проведен аналитический обзор алгоритмов технического зрения, аппаратных и программных средств реализации систем технического зрения в АСУТП;

- предложена концепция системы технического зрения, опирающаяся на иерархический метод;

- разработаны аналитическая и имитационная модели системы технического зрения, опирающаяся на иерархический метод распознавания информации, представленной в графическом виде;

- проведён опыт физического моделирования процесса распознавания объекта системой технического зрения, опирающейся на иерархический метод распознавания информации, представленной в графическом виде;

- выполнено внедрение разработанного иерархического метода распознавания информации, представленной в графическом виде, в интеллектуальный автомат по приёму бытового мусора Sortomat, разработанные модели приняты для расчёта характеристик дальнейших модификаций автомата.

2. Научная новизна диссертационного исследования заключается в достижении следующих результатов:

- предложен и реализован метод обработки информации, представленной в графическом виде, на основе иерархического подхода;

- создана аналитическая модель иерархической системы распознавания информации, представленной в графическом виде, особенностью которой является учет перераспределения ограниченных вычислительных ресурсов;

- разработана и исследована имитационная модель иерархической системы распознавания информации, учитывающая перераспределение ограниченных вычислительных ресурсов.

3. Степень достоверности результатов проведенных исследований подтверждается соответствием результатов аналитического, имитационного и физического моделирования и их не противоречивостью данным, представленным в научных публикациях ведущих отечественных и зарубежных специалистов в рассматриваемой предметной области.

4. Практическая значимость исследования заключается в разработке алгоритмов машинного зрения, позволяющих повысить скорость и эффективность сортировки объектов в автоматизированных системах управления технологическим процессом. Результаты работы были применены в интеллектуальном автомате по приёму перерабатываемой использованной тары «Sortomat», что позволило повысить качество сортировки. Полученные результаты могут быть применены в иных подсистемах занимающихся визуальным распознаванием объекта на изображении.

5. Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем

Содержание диссертационной работы достаточно полно отражено в 16 работах, из них 10 работы в рецензируемых научных изданиях, которые рекомендованы

Минобрнауки России для публикации основных результатов диссертационных исследований, получен 1 патент и 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ (общий объем публикаций 11,625 печатного листа, из них авторских 4,766 печатного листа).

Наиболее значимые работы:

Научные статьи, опубликованные в журналах, рекомендованных ВАК:

1. Тур А.И., Кокоулин А.Н., Ахметзянов К.Р., Южаков А.А. Вопросы применения иерархических систем распознавания в системах видеонаблюдения // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления, 2020, № 34, С. 75-89.

В статье описывается принцип построения системы видеонаблюдения с применением «умных камер», использующих иерархический метод распознавания изображения.

2. Тур А.И., Кокоулин А.Н., Дзыгарь А.В. Иерархическая система поиска и распознавания штрихкода на поврежденной таре в автомате раздельного сбора отходов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления, 2019, № 29, С. 44-57.

В статье описывается метод обнаружения штрихкода на упаковке изделия с помощью постепенного уточнения местоположения области интереса на изображении.

3. Тур А.И., Липин Ю.Н. Вопросы восстановления поврежденных штрихкодов // Нейрокомпьютеры: разработка, применение, 2019, Т. 21, № 3, С. 50-54.

В статье демонстрируется метод восстановления информации частично поврежденного штрихкода, описываются основные подходы визуального кодирования информации, позволяющие обеспечить восстановление информации в случае повреждения.

4. Тур А.И., Южаков А.А., Кокоулин А.Н. Иерархическая архитектура сверточной нейронной сети в распределенной системе распознавания лиц // Нейрокомпьютеры: разработка, применение, 2019, Т. 21, № 3, С. 28-34.

В статье описывается применения сверточных функций в сочетании с иерархическим методом распознавания объектов на изображении.

Научные статьи, опубликованные в журналах, индексируемых в SCOPUS:

5. Кокоулин А.Н., Тур А.И., Южаков А.А., Князев А.И. Архитектура иерархической сверточной нейронной сети в распределенной системе распознавания лиц // Proceedings of the 2019 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (ElConRus) : Jan. 29-30, 2019, St. Petersburg, Moscow, Russia / IEEE Russia North-West section [et. al.]. - [S. l.] : [s. n.], 2019. - URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8656727>.

В статье описывается применения сверточных функций в сочетании с иерархическим методом распознавания объектов на изображении, предложена концепция создания нейронной сети, выполняющей иерархический поиск информации на изображении

6. Кокоулин А.Н., Южаков А.А., Тур А.И., Польшгалов С.В., Троегубов А.С., Коротаяев В.Н. Проект по сбору контейнеров для напитков // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019, Vol. 317., P. 012006 - Art. 012006. - URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/317/1/012006>.

В статье описывается процесс автоматизированной первичной сортировки мусора на базе автомата, принимающего бытовой мусор у населения города.

7. Тур А.И., Кокоулин А.Н., Южаков А.А., Князев А.И. Оптический метод распознавания и сортировки пластиковых отходов в обратном торговом автомате // 19th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019 : [Conf. Proc.], 30 June-6 July 2019, Albena, Bulgaria. Vol. 19, iss. 4.1, pp. 793-800 / Bulg. Acad. of Science [et. al.]. - Sofia : [s. n.], 2019.

В статье описывается метод оптической сортировки бытового мусора с помощью системы камер и иерархического метода распознавания информации.

8. Тур А.И., Южаков А.А., Кокоулин А.Н., Лукичев А.Н. Подготовка системы распознавания объектов на базе TensorFlow и Keras // XXI Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям (SCM-2018) : сб. докл., Санкт-Петербург, 23-25 мая 2018 г. : в 2 т. Т. 1-2 / Междунар. ассоц. нечетких систем, М-во образования и науки Рос. Федерации, Науч. совет по искусственному интеллекту РАН [и др.]. - Санкт-Петербург : СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 2018. - Т. 1., С. 651-653 - Секция 3.

В статье демонстрируются результаты исследования по обучению нейронных сетей для распознавания пластиковых контейнеров, предложены основные методы повышения качества распознавания, применимые к данной задаче.

9. Тур А.И., Южаков А.А., Кокоулин А.Н. Возможности применение алгоритмов нечеткого поиска и нейронных сетей в технологии Fingerprint // XX Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям (SCM-2017) : сб. докл., Санкт-Петербург, 24-26 мая 2017 г. Секция 1-8 / Междунар. ассоц. нечетких систем, М-во образования и науки Рос. Федерации [и др.]. - Санкт-Петербург : [б. и.], 2017. – Т. 2, С. 78-81.

В статье описывает применение нечеткого иерархического поиска информации на примере поиска в тексте на основе технологии Fingerprint.

10. Тур А.И., Южаков А.А., Кокоулин А.Н. Возможности применение алгоритмов нечеткого поиска и нейронных сетей в технологии Fingerprint (статья на англ. языке) // Proceedings of 2017 20th IEEE International Conference on Soft Computing and Measurements, SCM 2017 : [Conf. Paper], St. Petersburg, 24-26 May 2017 / Russia (Northwest) Section, St. Petersburg Electrotechn. Univ. "LETI". - [S. l.] : IEEE Inc., 2017.

В статье описывает применение нечеткого иерархического поиска информации на примере поиска в тексте. Описаны основные методы распознавания текста с помощью нейронных сетей.

Патенты, полученные по тематике диссертационной работы:

11. Патент на полезную модель RU 188755 U1, 23.04.2019. Заявка № 2018145675 от 21.12.2018. / Тур А.И., Южаков А.А., Ахметзянов К.Р., Кокоулин А.Н // Бюл. № 12 – 9 с.
12. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019664159, 30.10.2019. Заявка № 2019662351 от 08.10.2019. / Тур А.И., Южаков А.А., Ахметзянов К.Р., Кокоулин А.Н – 1 с.

Материалы, опубликованные в тезисах докладов, материалах конференций и прочих источниках:

13. Кокоулин А.Н., Тур А.И., Князев А.И. Применение иерархического подхода для распознавания объектов в автоматах по приему использованной тары // XIII Всероссийское совещание по проблемам управления (ВСПУ-2019) : Москва, 17-20 июня 2019 г. : [доклады] / Ин-т проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН. - Москва : ИПУ РАН, 2019. - 5 с. - 1 USB flash-drive

В статье описывается концепция оптической сортировки бытового мусора с помощью системы камер и нейронных сетей в условиях ограниченных вычислительных мощностей платформы автомата.

14. Кокоулин А.Н., Тур А.И., Князев А.И., Южаков А.А. Система сортировки пустых контейнеров в автоматах по сбору использованной тары // Искусственный интеллект в решении актуальных социальных и экономических проблем XXI века : сб. стат. по материалам Четвертой всерос. науч.-практ. конф., проводимой в рамках Перм. естественного форума “Математика и глобальные вызовы XXI века” (г. Пермь, 21-23 мая 2019 г.). Ч. I, С. 259-263 / Перм. гос. нац. исслед. ун-т, Перм. нац. исслед. политехн. ун-т [и др.]. - Пермь : Издат. центр ПГНИУ, 2019.

В статье описывается концепция оптической сортировки бытового мусора с помощью системы камер и нейронных сетей в автомате, принимающем бытовой мусор у населения. Демонстрируются результаты по созданию первого прототипа автомата.

15. Тур А.И. Использование технологии burst buffer для обработки больших данных // Перспективные технологии в средствах передачи информации : материалы XII Междунар. науч.-техн. конф. ПТСПИ-2017, г. Суздаль, 5-7 июля 2017 г. Т. 1, С. 171-174 / М-во образования и науки Рос. Федерации, Рос. науч.-техн. о-во радиотехники, электроники и связи им. А. С. Попова [и др.]. - Владимир : ВлГУ им. А. Г. и Н. Г. Столетовых, 2017.

В статье описываются методы преодоления проблемы анализа больших данных в условиях ограниченных вычислительных мощностей.

16. Южаков А.А., Тур А.И. Выбор алгоритмов для реализации системы машинного зрения // Управление большими системами. УБС-2017 : материалы XIV Всерос. шк.-конф. молодых ученых, 4-8 сент. 2017, Пермь / Ин-т проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. - Москва : [б. и.], 2017, С. 377-385.

В статье описывается метод определения оптимального алгоритма распознавания объекта, основываясь на особенностях выполняемой задачи.

Материалы диссертации изложены в полном объеме в опубликованных работах.

6. Соответствие содержания диссертации специальности, по которой она рекомендуется к защите.

Представленная Туром Александром Игоревичем диссертационная работа является прикладным научным исследованием в области автоматизации технологических процессов с применением систем технического зрения, имеет важное научное, фундаментальное и прикладное значение для развития данного направления науки.

Указанная область исследования соответствует формуле научной специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности):

п. 8. Формализованные методы анализа, синтеза, исследования и оптимизация модульных структур систем сбора и обработки данных в АСУТП, АСУП, АСТПП и др.

п. 15. Теоретические основы, методы и алгоритмы интеллектуализации решения прикладных задач при построении АСУ широкого назначения (АСУТП, АСУП, АСТПП и др.).


7. Диссертационная работа Тура Александра Игоревича отвечает требованиям, установленным п. 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ №842 от 24 сентября 2013г.: автор, Тур Александр Игоревич, корректно ссылается в тексте диссертации на авторов и (или) источники заимствования материалов, в том числе при использовании результатов научных работ, опубликованных лично или в соавторстве.

Диссертация Иерархический метод распознавания в подсистемах машинного зрения АСУТП сортировки и утилизации бытовых отходов Тура Александра Игоревича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности).

Заключение принято на заседании кафедры «Автоматика и телемеханика» Пермского национального исследовательского политехнического университета «21» сентября 2020 г. (протокол № 2).

Присутствовало на заседании 34 чел. Результаты голосования: «за» - 34 чел., «против» - 0 чел., «воздержалось» - 0.

Заместитель зав. кафедры «Автоматика и телемеханика» по НИР,
доктор технических наук, профессор



/ Тюрин С.Ф. /

/ Гурко Л.Н. /

Секретарь кафедры