

443001, Россия, Самара, Молодогвардейская, 151
Телефон/факс: (846)3325620, факс: (846)3322763, e-mail: ipsi@smr.ru, http://www.ipsi.smr.ru

07.10.15 № 72-289
Ha № OT

«УТВЕРЖДАЮ»

Врио директора ИСОИ РАН,
д.ф.-м.н., профессор

Казанский Н.Л.

ОТЗЫВ

ведущей организации

на диссертационную работу Ким Александры Юрьевны
«Распознавание динамических образов интеллектуальной распределённой
информационно-измерительной системой сегментарного типа»,
представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности
05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Актуальность для науки и практики

Диссертация А.Ю.Ким посвящена вопросам исследования и построения волоконно-оптических измерительных сетей сегментарного типа, а также использования этих сетей в задачах обнаружения движения, классификации движущихся объектов и определения их параметров (направления, скорости и веса), в режиме реального времени.

Актуальность исследований в области волоконно-оптических информационно-измерительных систем для распределённого мониторинга быстропротекающих явлений и процессов обоснована широкой областью применения подобных систем в различных отраслях промышленности и сферах человеческой деятельности, особенно в условиях чрезвычайных ситуаций, повышенной пожаро- и взрывоопасности. Несмотря на постоянный рост быстродействия вычислительной техники, разработку новых алгоритмов обработки информации и распознавания образов до сих пор одной из основных нерешенных задач остается проблема разработки и реализации эффективных решений по анализу динамических сцен, позволяющих решить задачи детектирования, классификации и оценки параметров движущихся объектов в режиме реального времени.

В диссертации А.Ю.Ким разработан общий подход к построению интеллектуальной распределенной информационно-измерительной системы (ИРИИС) на основе распределенной волоконно-оптической измерительной сети (РВОИС) сегментарного типа, предложены и исследованы способы и методы, позволяющие снизить размерность исходных данных (сократить признаковое пространство) без потери информативности, что позволяет более эффективно решать различные задачи распознавания образов. Для обоснования

подхода автором проведено моделирование образов, создан программно-алгоритмический комплекс и рассмотрено его применение для идентификации известных классов движущихся объектов.

Структура диссертационной работы

Во введении показана актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследований, научная новизна и практическое значение, определены положения, выносимые на защиту, дана общая характеристика работы.

В первой главе представлен краткий обзор решения проблемы распознавания образов, на основе факторного анализа, нейронных сетей и нечёткой логики.

Для решения задачи построения модели ИРИИС был проведён анализ существующих информационно-измерительных систем, рассмотрена их классификация, выделены функции и задачи ИРИИС. Для предложенной модели ИРИИС определены качества, свойства и ограничения.

В конце первой главы дана постановка задачи исследований, определены подходы построения и общая структура модели ИРИИС на основе РВОИС сегментарного типа, предложены основные методы, способы и функции ИРИИС для реализации комплексного подхода к решению задач обнаружения движения и классификации объектов.

Вторая глава посвящена решению задач: оптимизации укладки измерительных линий сети, разработке подходов построения РВОИС сегментарного типа, созданию макета волоконно-оптической измерительной сети (ВОИС) охраны периметра и методам обработки сигналов.

Для решения задачи оптимизации укладки измерительных линий проведено математическое исследование различных карт укладки линий. Проведен анализ реконструкции физического поля по неполным интегральным данным двумя способами: сокращением числа неизвестных измерительной системы для реконструкции точечных распределений и увеличением числа уравнений измерительной системы для реконструкции гладких распределений. В результате показано, что интегральная реализация измерительной системы обеспечивает разрешающую способность выше числа измерительных линий, что недостижимо в системах непосредственного измерения в разреженных точках при аналогичных ограничениях на число измерительных каналов.

Рассмотрены физические принципы функционирования РВОИС сегментарного типа и за основу построения сети выбрано сочетание датчиков на основе различных типов волоконных световодов (одномодовых и многомодовых) для формирования измерительных линий. В случае создания измерительной линии на основе одноволоконного многомодового интерферометра представлена конструкция модели чувствительного элемента волоконно-оптического датчика и предложен алгоритм обработки его сигнала, получаемого в виде спекл-картины.

На основе проведённых исследований представлена физическая реализация макета ВОИС охраны периметра. Сочетание разного типа измерительных линий с амплитудными волоконно-оптическими датчиками на основе многомодовых волоконных световодов и с OTDR-датчиками на основе одномодового волоконного световода, применённое в разработке макета, позволяет нивелировать недостатки отдельных типов линий.

В третьей главе приведено подробное описание программного обеспечения разработанного для моделирования и исследования основных процессов реализации ИРИИС, а также для проверки применимости в качестве средства обнаружения движущихся объектов и определения их параметров по сгенерированным данным. На основе сенсорных данных, получаемых от макета ВОИС охраны периметра, сделаны оценки эффективности функционирования такой системы. Исследованы различные подходы, применяемые при проектировании системы обработки данных ИРИИС. В качестве инструментов исследования рассмотрены средства моделирования, использование нейронных сетей, процедур нечёткого вывода и др.

Экспериментальные исследования ИРИИС показали необходимость интеграции новых интеллектуальных и традиционных подходов к обработке информации, комбинированного использования различных методов представления и анализа знаний, что, в свою очередь, ведет к усложнению архитектуры информационных систем.

Для выполнения исследований в работе был создан программно-алгоритмический комплекс, позволяющий изучать предлагаемые подходы и методы обработки данных. Разработаны модули для генерации выборки сенсорных данных и для преобразования измеренных данных с макета ВОИС охраны периметра, дающие возможность подготовить выборки примеров данных для обучения и тестирования, по результатам обработки которых оценивается качество и эффективность работы системы. Рассмотрены два подхода к обработке данных: первый основан на использовании многослойных нейронных сетей прямого распространения, а второй - на проектировании производной нечёткой системы в виде нечёткого дерева решений.

Проблема снижения размерности входных данных (сжатия признакового пространства) была решена с помощью сохранения фиксированного объема информации при обработке и её обновления в режиме реального времени вместе с использованием компонентного анализа и определением значимых признаков.

Для проектирования производной нечёткой системы предложено использовать метод построения дерева решений на основе нечетких производств. Разработанный алгоритм построения нечёткого дерева решений разработан базируется на получении нечётких заключений на основе нечётких условий или предпосылок и понятий нечёткой логики.

Рассмотренные в главе способы предобработки данных позволяют значительно ускорить процесс обработки как нейронными сетями, так и нечётким деревом решений, решать задачу идентификации движущихся объектов в зоне мониторинга ВОИС с минимальными потерями в точности.

В заключении приведены основные результаты диссертации и выводы, обосновывающие их научную и практическую ценность.

Новизна и достоверность результатов

Можно считать новыми следующие основные научные результаты, полученные в диссертации:

1. Обобщенная, функциональная и структурная модели ИРИИС на основе РВОИС сегментарного типа для распознавания динамических образов в зоне мониторинга измерительной сети.

2. Новый подход к решению задачи идентификации известных классов объектов с изменяющимися параметрами по сигналам, полученным при переменном воздействии на измерительную сеть, для построения ИРИИС на основе РВОИС сегментарного типа.
3. Алгоритмически и программно реализованный набор специальных способов и методов обработки данных в ИРИИС на основе РВОИС сегментарного типа для идентификации движущихся объектов в зоне мониторинга измерительной сети.

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, основаны на использовании теоретически обоснованных и апробированных методов обработки данных, моделирования и экспериментальных исследований.

Сформулированные в работе научные положения и выводы достаточно обоснованы, реализованы на ЭВМ в виде соответствующих алгоритмов и программ, подтверждены результатами численных экспериментов.

Практическая значимость

Диссертационная работа характеризуется высокой практической направленностью, что подтверждается следующим:

1. Разработанные обобщённая, функциональная и структурная модели ИРИИС на основе РВОИС сегментарного типа для идентификации движущихся объектов в зоне мониторинга измерительной сети, могут быть использованы для построения системы принятия решений.
2. Предложенная методологическая база построения ИРИИС на основе РВОИС, модули для генерации выборки сенсорных данных и для преобразования измеренных данных с макета ВОИС охраны периметра, способы формирования моделей образов по выделенным характерным признакам и экспериментальный макет ВОИС охраны периметра, предоставляет средства для разработки экспертных систем мониторинга в области обеспечения безопасности.
3. Разработанный в рамках диссертационной работы программно-алгоритмический комплекс (АПК) позволяет применять разработанные алгоритмы для классификации движущихся объектов, полученных на основе сигналов поступающих от измерительной сети основанных на воздействии на РВОИС. Модульность АПК допускает добавление новых модулей и алгоритмов обработки, позволяющих модифицировать и адаптировать систему.
4. Результаты диссертационной работы могут использоваться в учебных и научных учреждениях, ведущих исследования по данной тематике.

Рекомендации по использованию результатов диссертации

Считаем целесообразным рекомендовать использование результатов диссертации А.Ю.Ким, в также продолжение научно-исследовательских разработок по направлениям, связанным с развитием этих результатов:

- в ФГБУН Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения РАН,
- в ФГБОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет»,
- в ФГАОУ ВПО «Дальневосточный федеральный университет»,
- в других научных учреждениях и высокотехнологичных предприятиях, занимающихся научными и прикладными разработками в области создания и использования средств

мониторинга динамических объектов, а также вузах, реализующих образовательные программы в указанной области.

Общие замечания

Диссертация четко структурирована и хорошо оформлена, однако при этом имеет и некоторые недостатки:

1. Не приведено обоснование выбора нейронных сетей в качестве средства определения массы и скорости движущихся объектов вместо использования аналитических выражений либо решения физической задачи (определения скорости по пройденному расстоянию). Нет описания, каким именно образом рассчитывается скорость и масса на основе выхода нейросети, кроме достаточно странного утверждения на стр. 134: "извлечение квадратного (для оценки скорости) и кубического (для оценки массы) корней".
2. Практически все рассмотренные примеры характеризуются идеальными условиями - элементарные траектории движения, малое число классов, разделимость классов в признаковом пространстве и т.д. Непонятно, как будет реагировать система на объекты типа "человек ползущий", "два человека рядом", "два человека друг за другом", "человек с собакой", и т.п. Кроме того, подход, основанный на использовании (обучении и применении) отдельной нейросети для каждого типа класса, представляется вычислительно крайне неэффективным в случае большого числа классов (как с точки зрения обучения, так и с точки зрения применения).
3. Третья глава представляет собой, по большей мере, руководство оператора (не менее 40%) для разработанных модулей и изложение результатов экспериментов, нежели описание системы алгоритмов обработки (представленные алгоритмы обработки приведены лишь в виде словесного описания этапов их работы). Кроме того, в данном разделе крайне небрежно используются различные математические понятия - "скользящее среднее", "скользящей средней", "фильтрация скользящим средним", вместо "медианной фильтрации", алгоритм "основанный на строгой логике", "критерий качества работы ... показывает" и т.д.
4. В тексте обнаруживается множество орфографических, пунктуационных и синтаксических ошибок (стр. 8, 15-19, 21, 22, 24, 25-29, 31, 34-39 и т.д.), особенно при описании алгоритмов и/или последовательностей действий. Например, на стр. 146-148 в описании 1 этапа алгоритма в нескольких предложениях присутствуют одновременно "оставляем ... формируется ... остается ... оставляют ... считают ... вычисляется ... находят ... вычисляют" и т.д. Встречается небрежность в написании формул – см.стр. 52, 59, 68, 109 и т.д. (например: в качестве значка умножения в формулах используются: "*", "-", "×", либо отсутствие значка, в качестве обозначения ранга матрицы используется rank (стр. 43) и rang (стр. 130)).
5. Имеются полностью повторяющиеся абзацы - напр. стр. 47 и стр. 51 - "В работе выполнено математическое исследование задачи реконструкции распределенных физических полей в измерительных системах интегрального типа. Продемонстрирована возможность и основные пути аналитического решения и анализа этой задачи. Выявлена необходимость ранговой проверки ...".

Заключение

Указанные недостатки не снижают практической и теоретической ценности работы. Диссертация А.Ю. Ким является законченным научным исследованием, имеющим теоретическую и практическую ценность. Выводы и рекомендации достаточно обоснованы. Результаты работы вносят вклад в теорию и практику работы с волоконно-оптическими информационно-измерительными системами, предназначенными для распознавания движущихся объектов и определения их параметров.

Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на российских и международных конференциях. Результаты диссертации изложены в 14 опубликованных работах. Текст диссертации соответствует публикациям. Автореферат правильно и полно отражает её содержание.

Таким образом, диссертация соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, удовлетворяет требованиям ВАК к диссертациям, представленным наискание ученой степени кандидата технических наук. Автор диссертации Ким Александра Юрьевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 - математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Отзыв обсужден и утвержден на научно-техническом семинаре лаборатории математических методов обработки изображений Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт систем обработки изображений Российской академии наук 30.09.2015 г., протокол №2.

Руководитель семинара –
заведующий лабораторией,
д.т.н., профессор

Владислав Викторович Сергеев

Ученый секретарь НТС –
научный сотрудник, к.т.н.

Василий Николаевич Копенков