

В диссертационный совет Д 999.055.04 при Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Жиганова Сергея Викторовича на тему «Вычислительный метод и алгоритмы нейро-нечеткого распознавания людей, транспортных средств и ситуаций на основе видеонаблюдения», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Актуальность работы. В последние годы одним из наиболее эффективных подходов к решению задачи обеспечения комплексной безопасности объектов является использование систем контроля и управления доступом (СКУД). Эффективное применение подобных систем не позволяет допустить несанкционированный доступ на территорию объекта и, в тоже время, не создает препятствий для прохода персонала, посетителей и проезд транспортных средств в разрешенные для них зоны.

Система контроля и управления доступом не устраняет необходимость контроля со стороны человека, но значительно повышает эффективность работы службы безопасности, особенно при наличии многочисленных зон риска. Одной из ключевых задач, которой занимается человек в системе, является выявление нештатных ситуаций на охраняемом объекте.

Существует необходимость создания автоматизированной системы, способной помочь оператору контролировать зоны риска, так как при их большом количестве возникает высокая психологическая нагрузка. Для этого необходимо создание математической модели системы контроля и управления доступом с использованием алгоритмической и программной базы, которая способна распознать нештатную ситуацию на охраняемом объекте и уведомить оператора. Поэтому тема диссертации Жиганова С.В., посвященная решению указанной проблемы, является актуальной.

Характеристика содержания диссертационной работы. Диссертация содержит введение, четыре главы, заключение, список литературы из 131 наименования и приложений. Общий объем диссертации составляет 154 страницы, 47 рисунков и 23 таблицы.

В **первой главе** приведено описание построения СКУД физических и технических объектов. Проведен анализ современных СКУД. Разработана

математическая модель интеллектуальной СКУД, учитывающая описание штатных и нештатных ситуаций. Рассмотрены существующие подходы к построению классификаторов в системах компьютерного зрения. Приведены нерешенные задачи систем распознавания образов.

Во **второй главе** приведена математическая формулировка задачи обнаружения и классификации объектов. Предложен вычислительный метод нейро-нечеткого распознавания людей, транспортных средств и ситуаций на основе видеонаблюдения на кадрах видеопотока. Представлены характеристики точности для вычислительного метода. Описаны адаптированные математические модели искусственных нейронных сетей (НС) для вычислительного метода. Для решения задач интеллектуальной СКУД разработаны алгоритмы на основе композиции традиционных методов обработки изображений и глубоких НС. Приведены результаты натуральных экспериментов, доказана эффективность и возможность применения предложенных алгоритмов в режиме реального времени (РВ).

В **третьей главе** описывается применение вычислительного метода к задаче распознавания нештатных ситуаций в непрерывном видеопотоке. Продемонстрирована возможность применения вычислительного метода для распознавания образов в различных предметных областях.

В **четвертой главе** описывается интеллектуальная система, построенная на базе разработанных математических моделей и алгоритмов. Сформулированы технические и функциональные требования к интеллектуальной системе. Обоснован выбор средств разработки и описана ее программная реализация.

В **заключении** приводятся основные результаты диссертационной работы.

Научная новизна полученных результатов. Наиболее важными результатами соискателя, обладающими признаками научной новизны, являются:

1. Математическая модель интеллектуальной СКУД на основе кибернетического подхода для задач доступа транспортных средств на территорию организации и физических лиц в помещение повышенной опасности. Отличительной особенностью математической модели является возможность учитывать и распознавать штатные и нештатные ситуации на охраняемом объекте и вырабатывать управляющие воздействия.

2. Вычислительный метод распознавания образов в непрерывном видеопотоке, отличительной особенностью которого является использование композиции традиционных методов обработки изображений, глубоких НС, алгоритмов нечеткой логики для классификации объектов и ситуаций.

3. Алгоритмы идентификации человека по изображению лица, распознавания номерных знаков, обнаружения и распознавания нештатных ситуаций в видеопотоке на основе вычислительного метода для интеллектуальной СКУД, отличающиеся возможностью применения в сложных условиях в режиме РВ.

4. Подход для локализации человека в кадре видеопотока с помощью алгоритма растущего нейронного газа и признакового описания на основе гистограмм ориентированных градиентов (GNG-FIS), а также модификация алгоритма GNG-FIS, отличающаяся использованием двухпроходного обучения с нечеткой перемаркировкой классов и построением тепловой карты.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическая значимость работы состоит в развитии области распознавания объектов и ситуаций в видеопотоке, за счет предложенного вычислительного метода, отличительной особенностью которого является использование композиции традиционных методов обработки изображений, глубоких нейронных сетей, алгоритмов нечеткой логики для классификации объектов и ситуаций. Предложенный вычислительный метод можно использовать при построении алгоритмов, в которых необходимо извлечение свойств объекта.

Практическая значимость предложенных алгоритмов заключается в возможности их применения в системах безопасности и видеонаблюдения правоохранительными органами и другими организациями для решения задач локализации человека, идентификации по лицу, обнаружения нештатных ситуаций, распознавания номерных знаков и т.д. Автором приведен пример использования предложенного вычислительного метода к задаче распознавания критических ситуаций для транспортных систем по видеоизображениям.

Обоснованность и достоверность полученных результатов и сделанных выводов. Автором адекватно используются математические методы, делаются корректные выводы на основе полученных данных. Достоверность результатов подтверждается применением общепринятых математических методов для оценки разработанных алгоритмов, результатами тестирования алгоритмов на общедоступных выборках и экспериментами на действующей системе видеонаблюдения. Достоверность подтверждена полученными свидетельствами о государственной регистрации четырех программ для ЭВМ.

Пункты научной новизны, основные положения и выводы хорошо аргументированы, корректны и подтверждаются экспериментальными данными.

Публикации, апробация и внедрение результатов диссертационной работы. Представленная диссертация выполнена с соблюдением нормативов, установленных ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации. Стил ь изложения соответствует требованиям к научным работам. Ссылки на библиографические источники и литературу, включая собственные публикации автора, оформлены в соответствии с требованиями стандарта. Библиографический список характеризует достаточную глубину изучения автором рассматриваемого в работе научного направления.

Научные и практические результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на конференциях и семинарах, в том числе международного уровня.

Результаты диссертационной работы были апробированы и внедрены во ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» для распознавания номерных знаков транспортных средств и идентификации человека по лицу.

Основные результаты диссертационного исследования опубликованы в 12 печатных работах. Из них 3 статьи в журналах из перечня рекомендуемых ВАК РФ, одна из которых относится ко 2 квартилю базы Scopus; 5 статей в изданиях, индексируемых в базах Scopus и Web of Science и 4 свидетельства о регистрации разработанных программ для ЭВМ. Знакомство с публикациями соискателя свидетельствует о том, что в них достаточно полно отражены все основные положения, выводы и рекомендации диссертации.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России научного проекта – госзадания в рамках проектной части № 2.1898.2017/ПЧ «Создание математического и алгоритмического обеспечения интеллектуальной информационно-телекоммуникационной системы безопасности вуза».

Соответствие автореферата содержанию диссертации. Текст автореферата достаточно полно и точно отражает содержание диссертационной работы автора. В нем приведены и в целом раскрыты все пункты, составляющие научную новизну исследования: математическая модель системы контроля и управления доступом; предложенные модели глубоких нейронных сетей; алгоритмы для идентификации транспортных средств по номерному знаку, идентификации человека по лицу, распознавания нестандартных ситуаций в видеопотоке; подход для локализации тела человека; возможность применения в других областях.

Соответствие темы диссертации заявленной научной специальности. Тема диссертационной работы соответствует паспорту специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные

методы и комплексы программ по следующим пунктам паспорта (технические науки):

3. Разработка, обоснование и тестирование эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий.

4. Реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента.

5. Комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента.

Замечания по работе.

1. Выражение (1.1) определяет алгоритм распознавания нештатных ситуаций по значениям параметров вектора $\mathbb{X}_{\text{вд}}$. При этом не показано, каким отображением определяются такие нештатные ситуации, как драки, пожар и т.д.

2. Автором не раскрыт вопрос, почему в математической модели значение кодового признака представлено массивом $\mathbb{X}_{\text{зкп}}$.

3. В математической модели на рисунке 1.2 управляющее воздействие u на устройства внешней подсветки и управляемого преграждающего устройства описываются отображением $\mathbf{F}_8: \mathbb{X}^0 \rightarrow U$. Не ясно, какими алгоритмами реализуется \mathbf{F}_8 .

4. Автор довольно вольно обращается с математическими обозначениями, вводя многобуквенные (err , age_{\max} и т.д) и многоуровневые обозначения (h^l , $r^0 \mathbf{R}_{i,j}^{(2)}$ и т.д).

5. Автором не полностью обоснован выбор алгоритмов, входящих в вычислительный метод. Почему для одних этапов применяются полные архитектуры глубоких нейронных сетей, а в других этапах – урезанные.

6. Решение для трех разноплановых задач распознавания (людей, автомобилей и ситуаций) усложняет понимание вводимых автором вариаций реализаций предлагаемого вычислительного метода.

7. В работе имеются опечатки синтаксического характера, в частности, во введении академики К.В. Рудаков и Я.З. Цыпкин представлены в женском роде.

Тем не менее, считаю, что отмеченные недостатки в целом не снижают качество исследований и не влияют на основные теоретические и практические результаты диссертации.

Заключение. Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи, имеющей важное значение для развития теории и практики математического моделирования, вычислительного метода распознавания и синтеза адаптированных моделей глубоких нейронных сетей с их численной и программной реализацией.

Диссертация выполнена автором самостоятельно, на высоком научном уровне, написана в научном стиле, изложение материала выполнено последовательно и доходчиво. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы.

Диссертационная работа удовлетворяет требованиям Положения о порядке присуждения учёных степеней, утвержденного постановлением Правительством Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, а её автор, Жиганов Сергей Викторович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Профессор Департамента анализа данных,
принятия решений и финансовых технологий
федерального государственного образовательного
бюджетного учреждения высшего образования
«Финансовый университет при
Правительстве Российской Федерации»
доктор физико-математических наук, доцент

 Татьяна Валерьяновна Золотова

125993 (ГСП-3), г. Москва, Ленинградский просп., 49,
телефон: + 7 (499) 277-21-23, email: tzolotova@fa.ru

