

I. R. Kuznetsova

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

A. S. Bukunov

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

S. V. Bukunov

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

AUTOMATED SYSTEM OF ACTIVE TRAVEL CLUB PROCESS ORGANIZATION

An automated system developed at the Department of Information Technologies of the Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, which makes it possible to significantly simplify the work of the active travel club INSLED, is described. The work was carried out according to the technical specification given by the club management and transferred to the club for trial operation. The system is aimed at users of two categories: external users (not authorized) and internal users (authorized). External users in turn, are divided into three categories depending on their status: participants, organizers and administrators. Each user group has its own set of features when working with the application. Despite the fact that the system is being developed for the particular club INSLED, the approaches and technological solutions implemented in it can be successfully used to create similar systems for other organizations and companies involved in similar activities. The system is implemented as a web-application developed by Python programming language and Django framework. Relational data base was designed and implemented for data storage. MySQL data base management system (DBMS) is used to organize interaction with the database. To solve a number of problems, the such languages as HTML, CSS, JavaScript (jQuery) and AJAX technology were used. The system does not require the installation of additional software. Access to the Internet needs to use the system only.

Business process automation, computer-aided information system, web-application, data base, object-oriented programming

УДК 519.764

А. Н. Субботин, Н. А. Жукова

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)

Возможности обработки видеoinформации в системе интеллектуального видеонаблюдения в туманных средах с применением концепции интернета вещей

Рассматриваются методы и средства обработки видеoinформации в туманных средах с применением нейронных сетей и концепции интернета вещей. Рассмотрены основные аспекты, определяющие выбор средств обработки для оператора видеонаблюдения с учетом особенностей стоящих перед ним задач. Предложены решения по повышению скорости обработки видеoinформации в условиях ограничений их надежности и стоимости. Представлен обзор возможных решений для разработчика системы интеллектуального видеонаблюдения. Предложены нетривиальные методы решения поставленных задач. Предлагается двухуровневая обработка видеoinформации высокого качества для систем интеллектуального видеонаблюдения. Рассмотрены способы организации взаимодействия с графическими станциями и серверами высокопроизводительных вычислений. Предложены метрики эффективности. Замерены показатели эффективности предложенных методов для обработки видеoinформации в туманных средах и доказано их превосходство по сравнению с другими методами обработки видеoinформации. Приведены конкретные примеры.

Обработка видеoinформации в туманных средах, нейронные сети, туманные вычисления, обработка видеоизображений, концепция интернета вещей

Текущее состояние диагностики видеoinформации и повсеместное распространение цифровых технологий, разработка новых видеостандартов и развитие техники привели к необходи-

мости поиска новых решений для видеообработки, позволяющих сократить время, затрачиваемое на обработку видеоизображений и отдельных кадров. Многие новые устройства способны успешно выполнять поставленные задачи видеонаблюдения и динамической обработки видеоизображений с требуемым качеством, однако используемые в них методы применимы не ко всем видеоизображениям. В частности, обработка видеоизображений, регистрируемых камерами ГУП «Петербургский метрополитен», требует больших временных ресурсов. Сокращение времени стало возможным после появления новых технологий, предлагаемых сферой ИТ, в первую очередь технологий интернета вещей и туманных сред [1].

Перед разработчиками интеллектуальных систем видеонаблюдения ставится задача выбора средств и технологий обработки видеоизображений с применением туманных вычислений, которые позволяют сокращать затрачиваемые временные ресурсы. Особенность обработки видеоизображений в туманных средах с применением нейронных сетей состоит в необходимости организации распределенной обработки отдельных кадров или групп кадров на графических станциях, серверах высокой производительности, данные на которые передаются по каналам связи Интернета.

В статье формулируется и решается задача повышения эффективности известных методов распределенной обработки видеоизображений, разработки методов, требующих меньшего времени на обработку данных по сравнению с имеющимися методами без повышения требований к производительности технических средств.

Рассмотрим пример задачи обработки видеоизображений, для решения которой необходима новая система видеонаблюдения – обработку данных камер видеонаблюдений ГУП «Петербургский метрополитен».

Для видеонаблюдения используются всепогодные камеры CARCAM CAM-588 матрицей типа Sony IMX335, размером 1/2.8", 5 Мпиксель,

с возможностью съемки с разрешением 2592×1944 пиксель, частотой 20 кадр/с, с шумоподавлением, регулировкой фокусного расстояния и высокой детализацией.

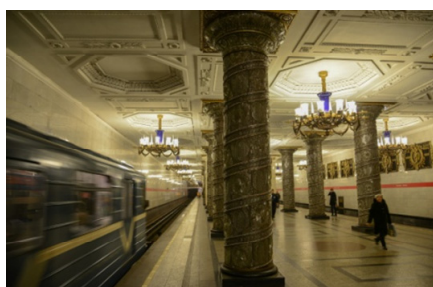
На рис. 1 показаны кадры, получаемые при видеонаблюдении в ГУП «Петербургский метрополитен». На рис. 1, а видны силуэты людей, которые зафиксировала камера видеонаблюдения. По получаемому видеоизображению необходимо иметь возможность определять вероятное деструктивное поведение пассажиров. На рис. 1, б показаны результаты, получаемые с применением существующих средств обработки видео.

Изображения обрабатываются на персональных компьютерах (ПК), мощность которых несопоставима с мощностью, необходимой для обработки видеоизображений в реальном масштабе времени. В результате теряется точность при определении пассажиров по изображениям. Обработка изображений с более высокой точностью приводит к значительным временным задержкам при получении результатов, что недопустимо.

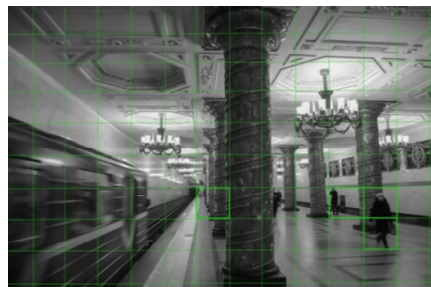
В статье предлагается обрабатывать рассмотренные видеоизображения в туманных средах. Благодаря применению туманных вычислений время обработки можно сократить в 4 раза по сравнению с обработкой на ПК. Кроме того, снижается загрузка рабочих компьютеров, на которых выполняется запись потока видео и кадрирование для обработки видеоизображений.

Таким образом, ожидаемый эффект от применения технологий обработки видеоизображений в туманных средах состоит в сокращении времени, необходимого на обработку видео, разгрузке рабочих компьютеров, экономии вычислительных ресурсов и средств на приобретение дорогостоящего серверного оборудования.

Описание проблемы. На сегодняшний день большой интерес представляет обработка видеоизображений в туманных средах. Благодаря популярности устройств, имеющих подключение к сети Интернет, и широкому распространению



а



б

Рис. 1

концепции интернета вещей (ИВ) можно, имея сравнительно небольшие вычислительные ресурсы, обрабатывать видеoinформацию на стороннем сервере с большими вычислительными мощностями. Данный подход перешел от стадии опытных разработок к стадии широко используемых программно-аппаратных решений, активно внедряемых во многих отраслях знаний [2].

Ключевой возможностью новой технологии обработки видеоизображений в туманных средах является обработка потоков данных от различных устройств на более высоких скоростях по сравнению с клиентскими системами. Однако в настоящее время вся полнота использования этих технологий не достигнута. В частности, новые технологии ограниченно используются при высококачественной обработке видеоизображений из-за отсутствия средств автоматизированной обработки видео. На текущий момент в открытом доступе нет программного средства, которое позволит в полной мере использовать возможности технологий туманных вычислений [3] при обработке изображений оператором видеонаблюдения.

Применение туманных технологий требует создания программных систем, обеспечивающих организацию обработки видеоданных на двух уровнях – уровне программных средств работы с видеоизображениями и уровне устройств ИВ с учетом возможностей аппаратных средств и ограничений на время обработки данных.

Анализ средств обработки видеоизображений. В настоящее время достаточно широко распространена практика обработки видеоизображений с привлечением профессионального дизайнера, работа которого заключается в кадрировании каждого отдельного кадра видео. Кадры впоследствии анализируются в графических редакторах, например в Photoshop, что долго, трудоемко и дорого.

В графических редакторах одновременно можно обработать только один кадр, однако есть возможность записать алгоритм действий с помощью Python или nnCron (<http://www.nncron.ru>) и воспроизвести обработку на множестве изображений. Известно, что любой фильм (~1.5 ч) можно представить как последовательность из ~25 тыс. изображений, и уже над этими изображениями производить какие-то действия.

Например, может возникнуть задача устранения эффекта тумана на определенной последовательности кадров. В таком случае можно воспользоваться традиционными программными

средствами Adobe Premiere и After Effect, однако они работают значительно медленнее, требуют дополнительных лицензий, зависимы от архитектуры ПК и операционной системы, а также не поддерживают туманные среды, что является существенным ограничением. В последнее время поставщики программных продуктов «Adobe» начинают проводить разработки в области туманных вычислений, но стоимость таких продуктов гораздо выше, а возможности их значительно более ограничены, чем у средств, которые предлагает «рынок» облачных систем.

Не всегда можно экономично приобрести дорогостоящий сервер или использовать домашний ПК для обработки видеоизображений. Иногда намного эффективнее и удобнее выполнять обработку в облаке, передавая туда скрипты и необходимые программные средства. Так, например, можно зарегистрироваться на облачной платформе Microsoft Azure Cloud (<https://azure.microsoft.com>) и бесплатно сделать рендер небольшого фильма на высокопроизводительной системе, развернутой в Нидерландах, потратив всего несколько часов на предустановку программных средств. Проведенное экспериментальное исследование показало, что обработка видеофрагмента (30 мин, стандарт FullHD) с эффектом тумана и анимацией в информационной строке снизу экрана на облачной платформе выполняется за два часа, в то время как обработка на ПК занимает двое суток, а на медленном компьютере – 11 дней.

Облачные системы Yandex.Cloud (<http://cloud.yandex.ru>) уже сейчас предлагают бесплатные возможности для туманных вычислений, реализуемые с помощью виртуальных машин (Compute Cloud). В облаке можно бесплатно зарегистрироваться и создать виртуальную систему до 64 ядер, на каждом из которых запустить постобработку изображений или рендер анимации. На сегодняшний день эта возможность предоставляется только в пробном режиме, однако можно ожидать, что в ближайшее время туманные вычисления станут более доступными.

Доступны всем простые сервисы YouTube для администраторов каналов – такие, как «Творческая студия», где можно выполнить простую обработку последовательности видеоизображений. Полезные функции, включая выравнивание видео, наложение слоев, баннеров, дополнительных надписей и бегущих полос, обрезку по формату и

множество других немаловажных функций, позволяют оператору видеонаблюдения обойтись без тяжелых программных продуктов, таких как Adobe. Выполнив обработку в туманных средах на высокой скорости за считанные секунды, часто достаточно внести небольшие исправления в детали, чтобы получить требуемый результат. При этом нет необходимости в покупке Apple iMac PRO с 18-Core процессорами и видеокартами NVIDIA.

У зарубежного конкурента Yandex.Cloud – Google Cloud Platform (<https://cloud.google.com>) – также представлены на выбор виртуальные машины (VM) с предустановленными программными средами и продуктами (более 30 категорий и более 1100 программ), в том числе библиотека TensorFlow для машинного обучения. В базовом варианте системы предустановлены TensorFlow 1.5 и Python 3.6, которые можно настроить или, при необходимости, переустановить. Экземпляр VM с 16 виртуальными ЦП и 15 Гбайт оперативной памяти (n1-standard-4) позволяет произвести базовую операцию обработки видеоинформации и обнаружить объекты на видеоизображении со скоростью, превышающей в 4 раза скорость обработки на ПК со следующими характеристиками: Intel Core i3 10100, 4 × 3600 МГц, 8 Гбайт DDR4, GeForce GTX 1650, SSD 512 Гбайт, и в 2 раза – скорость обработки на графической станции, на которой установлена MacOS Catalina версии 10.14.5 и 10.13 High Sierra.

Для рендера анимации и спецэффектов существуют уже готовые системы туманных вычислений (например, Fox Render Farm (<https://www.foxrenderfarm.com>)), которые предоставляют не только виртуальные машины, где можно развернуть Photoshop и Python со скриптами, но и готовую систему администрирования и предустановленные продукты 3ds Max, Maya, Cinema 4D, Blender, Arnold, V-Ray, Redshift, Clarisse, RenderMan, Corona, Katana, Nuke и многие другие. Нет необходимости предустанавливать на виртуальную машину программные средства, вся подготовительная работа уже проведена. Требуется только загрузить проект и при необходимости произвести настройки.

На сайте Render farm catalog (<https://renderfarm.com>) можно найти более 100 фирм, которые предлагают уже готовые решения для туманных вычислений с предустановленным программным обеспечением. Они позволяют в режиме мастера загрузить любой проект, про-

извести минимальные настройки и выполнить обработку видеоизображений в короткий срок.

Один из главных конкурентов поискового гиганта Google, Amazon, также предоставляет виртуальные среды AWS (<https://aws.amazon.com>) с туманными вычислениями и обеспечивает возможность использования различных библиотек, включая библиотеки собственной разработки, такие как Amazon SageMaker (<https://aws.amazon.com/ru/sagemaker>), которая поддерживает ведущие платформы глубокого обучения: TensorFlow, PyTorch, Apache MXNet, Chainer, Keras, Gluon, Horovod, Scikit-learn и Deep Graph Library.

Предоставляемые «Amazon» сервисы позволяют специалисту по работе с машинным обучением достаточно быстро создать, обучить и развернуть модели машинного обучения. Сервис, по словам разработчиков, берет на себя рутинную часть работы по подготовке системы машинного обучения, чтобы дальше исследователь мог заниматься решением стоящих перед ним задач, а не подготовкой рабочей системы. Разработчики предлагают инструменты интеграции (скрипты, консоли управления, предустановленные лицензионные программы), что позволяет сократить усилия и затраты со стороны специалиста машинного обучения.

Двухуровневая модель обработки. Для обработки видеоизображений предлагается использовать двухуровневую модель, представленную на рис. 2. В верхней части рисунка показаны компьютеры с подключенными к ним видеокамерами, смартфоны, планшеты. Все эти устройства способны работать через Интернет, взаимодействовать между собой, отправлять информацию в туманные среды, как показано в нижней части рис. 2.

Разделение видеоизображения на кадры происходит на первом уровне, а обработка кадров – на втором. Кадр на обработку отправляет программа первого уровня, а его обработка выполняется в туманной среде.

К сожалению, имеющиеся средства не позволяют решить задачу двухуровневой обработки видеоизображений с применением туманных сред. При переходе на двухуровневую обработку возникает необходимость повторной интеграции программных продуктов. Таким образом, наблюдается противоречие: с одной стороны, доступны технологии туманных вычислений, с другой – они не используются в программных системах обработки видеоизображений ввиду отсутствия спе-



Рис. 2

циализированных моделей и методов. В результате задача разработки новых программных систем обработки видео в туманных средах [4] остается актуальной.

К новым системам обработки видео предъявляются требования по точности, надежности и времени обработки. Временные затраты сокращаются благодаря более высоким по сравнению с ПК техническим характеристикам серверов, развернутых в туманных средах. Точность повышается за счет использования более сложных алгоритмов машинного обучения и сокращения времени на обработку одного кадра, что позволяет выполнить анализ большего числа кадров за отведенное время. Благодаря применению рекуррентных нейронных сетей [5] с дополнительным послонным обучением за определенный промежуток времени повышается надежность. Рассматривается целая серия кадров, а не один, как ранее, в результате чего повышается точность определения.

Описание реализации. В настоящее время имеется потребность в программном средстве, обеспечивающем эффективное распределение задач обработки изображений между компьютерными системами в сети, а также между ядрами одного компьютера и позволяющем эффективно анализировать ресурсы компьютера и создавать очередь из последовательности задач для максимально быстрой обработки изображений. Пред-

полагается использовать виртуальную сеть, где будут применяться нейронные сети и машинное обучение для распределения в ней нагрузки и анализа изображений с учетом особенностей каждой системы [6].

Обработка видеоизображений в туманных средах с применением нейронных сетей и машинного обучения предполагает выполнение следующих основных шагов:

1. Загрузка программы обработки видеоизображений, выбор компьютеров по IP-адресам.
2. Выбор исходного видео для обработки.
3. Анализ исходного видео с учетом требований к результатам обработки и условий туманных сред.
4. Анализ компьютеров, серверов, графических станций для определения скорости обработки изображений с учетом каналов связи.
5. Анализ каждого компьютера, сервера, графической станции для определения быстродействия алгоритма обработки видеoinформации для каждого ядра.
6. Выбор конечных компьютеров для обработки изображений.
7. Оценка эффективности алгоритма на небольшом отрывке видеопоследовательности.
8. Выбор компьютеров из виртуальной сети с требуемыми характеристиками процессоров и графических ядер, анализ производительности сети.
9. Выполнение обработки последовательности изображений на удаленном компьютере в виртуальной сети.

10. Финальный этап работы программы состоит в объединении всех полученных видеоизображений в новое видео с настройками пользователя.

В состав разработанной программы входят три модуля. Первый модуль сканирует компьютеры из предложенного списка и устанавливает соединение с ними. Модуль написан на Lazarus 2.0.10 (<https://lazarus-rus.ru>) с применением сетевой библиотеки Everest 1.2.7 для анализа сети компьютеров. Результатом его работы служит список допустимых IP-адресов компьютеров для второго модуля.

Для анализа производительности системы в туманной среде применяется второй модуль, который написан на GNU C++ (<https://gcc.gnu.org>). Результатом его работы является список IP-адресов для третьего модуля.

Третий модуль предназначен для анализа и обработки изображений на удаленном сервере. Модуль написан на Python (<https://www.python.org>) с применением библиотеки OpenCV (<https://opencv.org>). Применение именно такого сочетания позволяет значительно ускорить разработку программ.

В первом модуле предусмотрено разделение видео на отдельные кадры, загрузка кадров на компьютеры, выполняющие их обработку, получение обработанных кадров, а также слияние всех кадров в выходное видео и анализ эффективности работы алгоритма для обработки видеоизображения.

В настоящее время набирают популярность online-редакторы изображений, например Figma (<https://www.figma.com>), которые превосходят по своим характеристикам такие программные средства, как Adobe Photoshop. В их состав входит минимальный набор необходимых функций.

Кроме того, они позволяют выполнять коллективную разработку дизайна группам из нескольких человек, работать с любого устройства, где есть браузер, т. е. поддерживают технологии ИВ. Предлагаемая программная система для обработки видеоизображений может использоваться совместно с online-редакторами, что позволяет создавать системы обработки видеоизображений, требующие только наличия браузера. Такие системы могут использоваться на устройствах с ОС Linux, Mac OS, Android и др. [7].

На рис. 3 показано главное окно разработанной программы обработки видеоизображений, в которой реализованы предложенные этапы обработки видеоизображений в туманных средах.

На каждый компьютер из списка серверов для подключения загружается модуль на C++ с программой на Python, выполняющий пробную обработку двух или трех кадров для анализа быстродействия и производительности сервера. Далее составляется рейтинг серверов, исходя из которого определяется дальнейшая обработка всей последовательности видеоизображений.

С помощью программы на Python может выполняться обработка видео, в частности поиск объектов на видео с определенными параметрами, или подбор группы компьютеров с высокой скоростью обработки видеoinформации.

При обработке видеоизображений важны поиск корреляций в массиве исходных данных и определение их параметров. Наличие данных о корреляционных зависимостях позволяет избегать ошибок в работе алгоритма распознавания фрагментов на исходном видеоизображении. Для этого проведена модификация алгоритма обработки видеоизображений, которая состоит в добавлении адаптивной переработки.

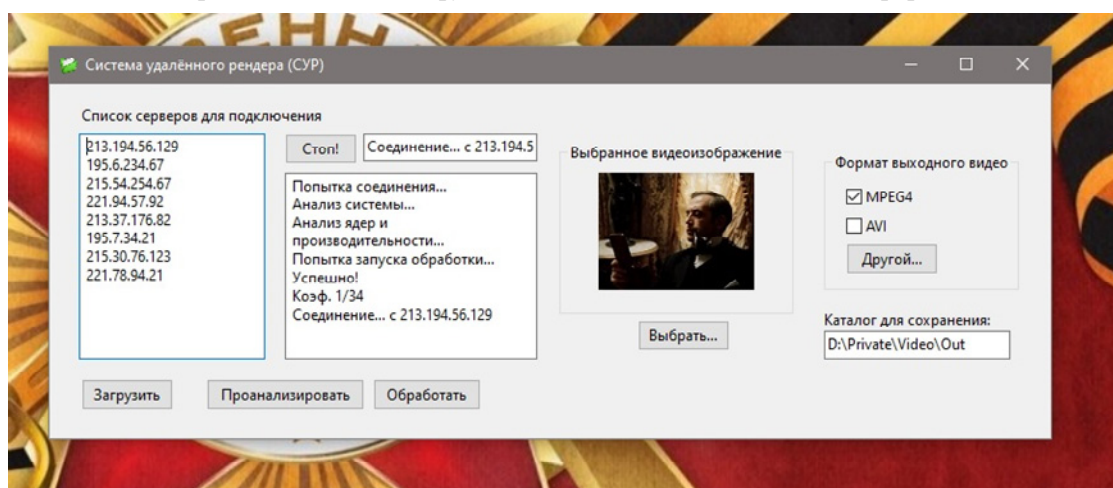


Рис. 3

Программа предусматривает возможность сохранения результатов обработки в базе данных стандарта MySQL с возможностью просмотра через сайт на PHP, JavaScript, JQuery, имеются также возможности администрирования, поддерживается разграничение прав доступа к данным. Применяется стек технологий интернета вещей, что позволяет вносить изменения через веб-браузер как из ОС Android, так и iOS, а также с любого другого устройства, которое имеет веб-браузер, а это практически все современные устройства. Настройки программ сохраняются на компьютере, с которого была запущена программа для обработки видеоизображений.

Предлагаемая программная система включает экспертную систему, в которую заносятся ошибочно выявленные на кадрах объекты. Это отличает ее от других программ – GarmVIS, JFuzzyTool, SBEM-Contact и пр. Используется алгоритм рекуррентной нейронной сети, который обеспечивает адаптивность обработки. Многие люди носят сумки, шапки, объемную зимнюю одежду, что сильно затрудняет распознавание. Экспертная система помогает повысить точность именно в определенном сегменте определения объектов на видео [8].

Для правильного распознавания формируется дополнительный словарь изображений, на которых объекты были определены неверно. Словарь представляет собой несложную экспертную систему. Подобно тому, как это происходит в системе Яндекс.Толока для Яндекс.Видео, эксперт при выявлении неправильной работы алгоритма должен внести данные об этом в экспертную систему.

Для работы с экспертной системой разработан сайт (рис. 4), написанный на PHP, JavaScript. Сайт содержит формы для обратной связи, внесения новых данных, а также для классификации данных, внесенных в БД экспертной системы ранее.

Новая программная система, обеспечивающая эффективную работу оператора видеонаблюдения метрополитена, может быть отнесена к классу доменно-ориентированных систем обработки видеоизображений. К этому классу в настоящее время относятся большинство успешно используемых на практике систем видеонаблюдений, включая системы для торговли (определение лиц, ненормального поведения покупателей и сотрудников), определения номеров машин для ГИБДД, выявления лесных пожаров по видеоданным спутников.

Примеры использования (Case Study).
Определение пересечения черты пассажирами у края платформы. В данном примере определяются действия пассажиров метрополитена, а именно пересечение черты у края платформы. Данная задача актуальна для многих метрополитенов, и в том числе для Лондонского, где каждые 5 мин сообщается, что пассажиры должны держаться максимально далеко от края платформы и не пересекать черту, а также не задерживаться при посадке в вагон поезда. Аналогичную ситуацию можно увидеть в метро Рима, где предусмотрен выступ у края платформы и ведется видеонаблюдение, охватывающее все пространство вдоль ее края. В метрополитене Барселоны также ведется наблюдение вдоль края платформы.

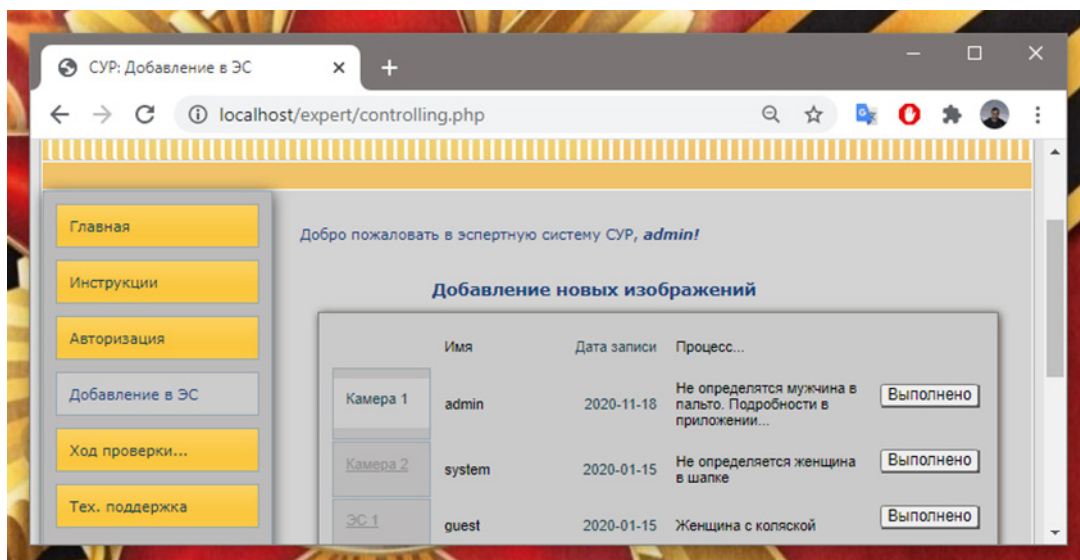
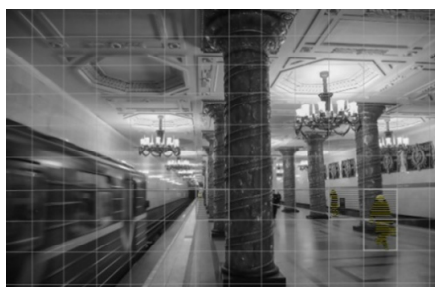
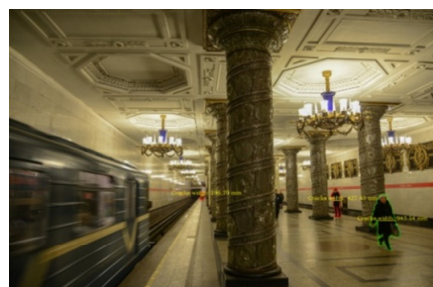


Рис. 4

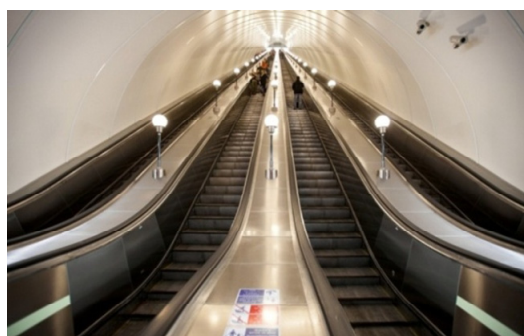


а

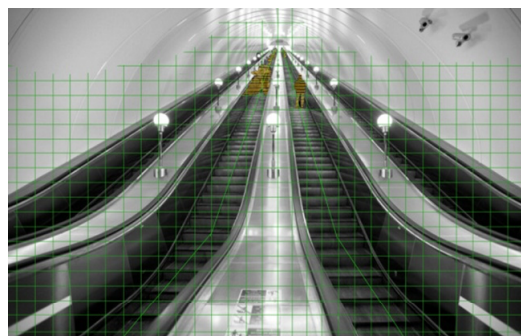


б

Рис. 5



а



б

Рис. 6

При обработке данных видеонаблюдения края платформы изображение вначале переводится в градации серого цвета, поскольку цветовая составляющая не важна. Далее настраиваются резкость и контрастность для более точного выявления границ объектов. На следующем этапе определения объектов на изображении выполняется кадрирование по секторам (рис. 5, а). Подбираются оптимальные сегменты с учетом объектов на изображении. После соотнесения масштабов найденных объектов и направляющих (красных линий вдоль края платформы) программа делает вывод о намерении пассажира (рис. 5, б).

В рассматриваемом примере были найдены два пассажира, перешедшие черту у края платформы при пустом туннеле (ушедшем поезде). Женщина в центре платформы также была выявлена системой, но она не пересекала черту и не была признана потенциально деструктивным пассажиром.

Определение параметров пассажиропотока на эскалаторе. Решаемая задача состоит в определении времени простоя, плотности потока и количестве пассажиров на эскалаторе и предоставлении оператору видеонаблюдения данных в удобном табличном виде.

Исходными служат данные видеоизображения, получаемые с камеры видеонаблюдения ГУП «Петербургский метрополитен». При обработке каждое изображение разделяется на кадры, ана-

лиз изображений происходит на удаленном сервере с применением программного средства СУР (системы удаленного рендера). Пример исходного и разделенного на кадры изображений представлен на рис. 6, части а и б соответственно.

Применение разработанной системы позволило: сократить время обработки одного кадра и видеоизображения в целом; повысить точность обработки данных благодаря вычислительным возможностям, которые обеспечиваются за счет распределенной обработки на многих серверах. Благодаря применению рекуррентных нейронных сетей повышена точность обработки.

Допустимая задержка обработки составляет 8 с, однако благодаря применению разработанной программной системы, предусматривающей использование туманных технологий, время обработки сокращено до 2 с без потери точности, что позволило повысить эффективность работы оператора видеонаблюдения.

Видеоизображение поступает на ПК, где происходит кадрирование, после чего программа СУР передает отдельный кадр в виртуальную сеть, где определяется время, затрачиваемое на обработку типовых кадров видеопоследовательности и выставляются средние значения времени обработки. Изображение разделяется на секторы (рис. 6, б), выявляются потенциальные объекты и пересечение с направляющими.

Далее происходит определение «коэффициента плотности» пассажиропотока в каждый отдельный момент времени. Формируется статистика для оператора каждые 5, 30 мин и 1 ч, и далее – за сутки (с 5 ч утра до 1 ч ночи). Итоговое значение плотности пассажиропотока предоставляется оператору в удобном для восприятия табличном виде (табл. 1 – пример за сутки, 23 окт. 2020 г.). Таким образом достигается экономия процессорного времени сервера для анализа видеоизображения, поскольку благодаря использованию возможностей туманных вычислений обработка выполняется значительно быстрее (примерно в 4 раза).

Таблица 1

Название станции	Время простоя, %	Плотность потока, %	Количество пассажиров
Площадь Ленина	14	89	8634
Проспект Большевиков	27	83	6749
Улица Дыбенко	32	62	5413

Отличие предлагаемого решения от традиционного заключается в том, что изображение обрабатывается не на одном компьютере; не требуется приобретения дорогой графической станции; обеспечивается распределенная обработка кадров на быстрых серверах.

Точность обработки видеоизображений в среднем повысилась на 12.74 % в сравнении с ручной обработкой, предполагающей просмотр каждого из кадров, полученных за сутки. Выборочная статистика проверки точности обработки видеоданных за сутки по станциям представлена в табл. 2.

Таблица 2

Название станции	Суммарная точность, %	Повышение точности, %
Площадь Ленина	87	7
Проспект Большевиков	93	2
Улица Дыбенко	91	4
Приморская	84	5
Петроградская	79	14
Пролетарская	86	9

В статье рассмотрены методы удаленной обработки видеоизображений с применением туманных сред и сокращением времени обработки в 4 раза, повышением точности в среднем на 12 %. Авторами статьи разработано программное средство для обработки видеоизображений на виртуальных машинах с экспертной системой. Рассмотрены этапы работы программы, раскрыты отдельные детали. Приведены конкретные примеры работы программы применительно к предметной области ГУП «Петербургский метрополитен» (мониторинг пассажиропотока эскалаторов; определение возможных деструктивных действий пассажиров метрополитена на станции).

Задача обработка видеоизображений средствами туманных вычислений актуальна и для многих предметных областей. Так, например, в процессе съемки кино может возникнуть необходимость в удалении посторонних предметов в кадре, замене фона. Разработанная программа также может использоваться в системах интеллектуального видеонаблюдения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Chitade A. Z. Colour based image segmentation using k-means clustering // Intern. J. of Engineering Science and Technology. 2017. Vol. 2 (10). P. 5319–5325.
2. Beauchemin S. S., Barron J. L. The computation of optical flow. USA, New York: ACM, 2015.
3. Belhumeur P. N., Hespanha J. P., Kriegman D. J. Eigenfaces vs fisher-faces: recognition using class specific linear projection // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 2017. Vol. 19. P. 711–720.
4. Cauwenberghs G., Poggio T. Incremental and decremental support vector machine learning // Neural Information Processing Systems. 2019. Vol. 7. P. 209–218.
5. Burges C. A Tutorial on support vector machines for pattern recognition // Data Mining and Knowledge Discovery. 2018. Vol. 2. P. 121–167.
6. Chapelle O., Haffner P., Vapnik V. Support vector for histogram-based image classification // IEEE Transactions on Neural Networks. 2018. Vol. 10 (5). P. 1055–1065.
7. Chen X. R., Yuille A. L. Detecting and reading text in natural scenes // Proc. of IEEE Computer Society Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition. Los Angeles, USA, 2014. P. 800–813.
8. Cristianini N., Shawe-Taylor J. An introduction to support vector machines (and other kernel-based learning methods). United Kingdom (UK): Cambridge University Press, 2017.

A. N. Subbotin, Zhukova N. A
Saint Petersburg Electrotechnical University

POSSIBILITIES OF VIDEO INFORMATION PROCESSING FOR INTELLIGENT VIDEO SURVEILLANCE SYSTEMS IN FOG ENVIRONMENTS USING THE CONCEPT OF THE INTERNET OF THINGS

Is devoted to the development of methods and tools for processing video information in foggy environments using neural networks and the concept of the Internet of Things (IoT). The main aspects that determine the choice of processing tools for the video surveillance operator are considered, taking into account the peculiarities of the tasks assigned to him. Solutions are proposed to increase the speed of video information processing in conditions of restrictions on their reliability and cost. An overview of possible solutions is presented to the developer of an intelligent video surveillance system. Non-trivial methods are proposed for solving the assigned tasks. We offer two-level processing of high quality video information for intelligent video surveillance systems. Methods of organizing interaction with graphic stations and high-performance computing servers are considered. Performance metrics are proposed. The efficiency indicators of the proposed methods for processing video information in foggy environments were measured and the superiority in comparison with other methods of processing video information was proved. Specific examples are given.

Video processing in foggy environments, neural networks, foggy calculations, video processing, the concept of the Internet of Things

УДК 20.53.19, 28.23.13

Д. Е. Воробьева
Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)

«Кокон безопасности» для морских беспилотных летательных аппаратов

Рассмотрена реализация защищенного использования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в сфере морского транспорта. Проанализированы основные идеи применения БПЛА морского назначения, в том числе в совокупности с беспилотными морскими судами. Разработаны предложения по их защите от целенаправленных воздействий в виде нештатных команд управления и программных закладок, в случае неполного импортозамещения как в аппаратном, так и, что наиболее важно, в программном обеспечении. Приведены результаты углубленного изучения модели нарушителя. Предложена модель блокирующего транслятора команд, реализующего концепцию проекта «Сейфнет» Национальной технологической инициативы РФ в отношении недоверенных технологических средств. Предложена аналитическая модель функционирования системы защиты. Показана возможность перехода от стохастической модели угроз к детерминированной модели гарантированной защиты от произвольных кодов воздействия.

Морские БПЛА, непрерывность функционирования информационной системы, блокирующий транслятор команд, хакерские атаки, «кокон безопасности»

Транспортный комплекс Российской Федерации представляет собой многоотраслевую сферу деятельности, включающую различные виды транспорта – железнодорожного, автомобильного, морского, речного, трубопроводного, воздушного, промышленного и городского – и обслуживающие их объекты транспортной инфраструктуры.

Морской транспорт обеспечивает потребности народного хозяйства в перевозках грузов и людей, объединяет регионы страны, служит свя-

зующим звеном между производителями и потребителями товаров, продукции, услуг, без которого функционирование рынка и рыночные отношения невозможны. В этом состоит его стратегическое социально-экономическое значение для государства и общества в целом. Именно поэтому нарушения в работе транспорта, в частности морского, могут привести к серьезным негативным последствиям для экономической, политической и иных сфер безопасности страны. Развитие мор-