

62/FinalCSReport_PDFPARAWEB.pdf (дата обращения 10.03.2020).

15. What is digital capability? // Digitalcapability. 2018. URL: <https://digitalcapability.jisc.ac.uk/what-is-digital-capability/> (дата обращения 10.03.2020).

16. ГОСТ ISO 3183–2015. Трубы стальные для трубопроводов нефтяной и газовой промышленности. Общие технические условия, 2016 г. URL: <https://docinfo.ru/gost-iso/gost-iso-3183-2015/> (дата обращения 16.03.2020).

17. ГОСТ 30319.2–2015. Газ природный. Методы расчета физических свойств. Вычисление физических свойств на основе данных о плотности при стандартных условиях и содержании азота и диоксида углерода, 2015 г. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200126782> (дата обращения 16.03.2020).

18. Дьяконов В. П., Круглов В. В. MATLAB 6.5 SP1/7/7 SP2 + Simulink 5/6. Инструменты искусственного интеллекта и биоинформатики. М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2006.

A. K. Petrova
Saint Petersburg Electrotechnical University

NEURAL NETWORKS IN THE PROBLEMS OF THE GAS CONSUMPTION ACCOUNTING PROCESS' OPTIMIZATION

Approaches to evaluating the effectiveness of automated process control systems are analyzed, a resource approach to evaluation is proposed, characteristics of information, organizational, material, technical, and financial and economic resources, as well as parameters of the working and external environments are considered, a neural network approach to multi-criteria optimization of resource characteristics is justified, and a neural network interpretation of the optimization problem is performed, presents the basic steps to this approach when assessing the effectiveness and compliance of automation projects in terms of improving the gas industry, as well as to determine the effectiveness of the process of finding the optimal solution, we propose the use of evolutionary computation (genetic algorithms) for training the neural network as a perspective in case of a large number of independent from each other of discrete and continuous parameters, as is the case in a multidimensional problem solved.

Efficiency, automation projects, gas distribution, human, financial, informational, material and technical resources, resource characteristics, multi-criteria optimization, neural network approaches

УДК 004.056.3

П. Д. Осмоловский, С. А. Романенко
Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)

Разработка требований и облика системы видеонаблюдения для охраны объектов повышенной опасности

Показаны результат работы по реализации модели требований к системе видеонаблюдения для охраны объектов повышенной опасности и разработке ее обликов. Содержится анализ и разработка требований к системе видеонаблюдения для охраны объектов повышенной опасности. Анализ требований основан на изучении предметной области и погружении в цели, задачи и ограничения систем видеонаблюдения. Формализованная структура требований ложится в основу формирования решений по актуальным вопросам проектирования системы видеонаблюдения. Проведено исследование и сравнение современных технологий и опыта разработки схожих систем. Представлен результат разработки обликов системы, основанной на изучении пользовательского опыта использования приложений. Разработанные облики содержат реализацию формализованных требований в интерфейсе приложения для взаимодействия с серверными модулями системы видеонаблюдения. Разработана модель системы в терминологии требований и реализованы облики для работы пользователей с системой.

Система видеонаблюдения, распределенная автоматизированная система, высоконагруженные сетевые взаимодействия, обработка и передача видеоизображений, потоковое вещание видео, архивная запись видеоизображений, разработка требований, формализация и анализ требований, исследование технологий, облики систем

Описание технологии. Системы видеонаблюдения все глубже проникают в нашу жизнь.

Общество хочет иметь глаза везде, контролировать ситуации и управлять ими в удаленном ре-

жиме. Развитие программного обеспечения позволяет решать огромный спектр задач, связанных с отслеживанием состояния объектов на подконтрольной территории, формированием правил детекции движения в кадре, просмотром архива тревожных событий, автоматическим функционированием системы охраны.

За последнее десятилетие произошло стремительное развитие аппаратных компонентов систем видеонаблюдения за счет удешевления и массового распространения технологии их производства. На данный момент основные компоненты – камеры – разрабатываются массово и доступны каждому. Также на рынке доступно множество устройств для решения специфических задач, где требуется увеличенная автономность или улучшенное качество передаваемого изображения. Зачастую подобное наблюдение не должно привлекать излишнего внимания, что достигается использованием небольших устройств. Также существуют специфические задачи, где достаточно фиксировать фотоизображения, из которых при необходимости хронологического воспроизведения можно смонтировать видеоролик [1]. Наибольшее распространение данные технологии получили в задачах частной охраны и охраны коммерческих помещений. Для охраны частных участков существуют типовые решения, адаптированные под запросы рынка и сгруппированные по ценовой политике относительно качества решения и удобства его использования. Государства также стремятся покрыть видеоохраной наиболее уязвимые объекты инфраструктуры.

В стандартные решения входит аппаратный комплекс из нескольких камер, устанавливаемых на ключевых точках подконтрольной территории, сервера обработки и хранения данных, а также монитора, на который выводится потоковое видеоизображение и выбранные из архива ролики. На сервере устанавливается жесткий диск, объем которого позволяет хранить записи в течение установленного требованиями заказчика промежутка времени с момента записи [2].

Для промышленного использования требуется не только набор камер с выводом изображения на экран, но и программные комплексы управления сетью камер, реализующие возможности удаленной коррекции положения и графических настроек отдельных камер, управления детекцией движений в кадре и фиксации видеоизображений в архив. Подобные решения востребованы как небольшими

организациями, так и компаниями, владеющими огромными промышленными кластерами.

Требования к надежности и отказоустойчивости играют важную роль в системах охраны объектов повышенной опасности. Надежность должна обеспечиваться корректной работой алгоритмов и процедур бизнес-логики, которые проверяются на этапе испытаний, состав которых формируется при проектировании решений.

Условия внедрения. Поставлена задача разработать систему видеонаблюдения за объектом повышенной опасности, которая должна быть совместимой с уже установленным на объектах заказчика программным комплексом управления системами телеметрии.

Для данного проекта ключевые требования отражают специфику объектов внедрения. Система должна быть внедрена на объекты повышенной опасности для охраны периметра от несанкционированного проникновения. Охрана подобных объектов отличается более строгим порядком, повышенной нагрузкой и обязательным резервированием ресурсов. Ключевой задачей видеоналитики становится обнаружение проникновения посторонних людей с учетом плановых действий на территории и возможных природных факторов. Тревожные ситуации на объектах отслеживаются в течение долгого времени, а затем проходят обязательное рассмотрение комиссией на предмет корректности поведения сотрудников и принятия мер по недопущению повторения подобных событий.

Площадь охраняемой территории меняется в зависимости от внутренних процессов, при этом на экране оператора требуется отображать интерактивную карту с указанием текущего состояния камер. Заказчик устанавливает порядок охраны и определяет возможные для этого инструменты. Для отслеживания текущей ситуации на объекте располагается основная пост охраны, а на удаленном расстоянии – пост местного командования, принимающего решения по отражению возможного проникновения на ряд ближайших объектов. На автоматизированных рабочих местах допускается использование только сертифицированных программных средств. В качестве операционной системы используется MSVC 3 и MSVC 5.

Объекты заказчика находятся на труднодоступной территории с ограниченной пропускной способностью ширококонтинентальной сети. Аппаратура, установленная на объектах, подключена к локаль-

ной сети со стабильной скоростью передачи данных, позволяющей транслировать потоковое видео.

Согласно требованиям заказчика необходимо предусмотреть несколько режимов работы системы для возможности автоматизированной охраны и охраны с присутствием персонала. Для объектов повышенной опасности характерна необходимость автономности отдельных зон охраны.

Анализ требований, описание концепции решения, формирование структуры требований и модели системы. При анализе требований были проведены поиск и исследование возможности использования существующих решений. Каждый из найденных продуктов обладает базовыми функциональными возможностями, которые покрывают часть требований. Преимуществом использования таких решений является существенное сокращение рисков сбоя базовых компонентов, которые были апробированы на множестве сторонних проектов, и отсутствие необходимости привлечения команды разработки на этапе создания решения. С этими же факторами связаны и недостатки данного подхода. Заказчик заключает договор с условием дальнейшей поддержки аппаратной и программной части решения в течение десяти лет. Риск дальнейшей несовместимости и сложность поддержки сторонних продуктов весомы для принятия решения о собственной разработке. Также необходимо учитывать экономический фактор разработки собственного продукта, дальнейшее применение которого возможно в других подобных проектах. При выборе данного подхода необходимо качественно тестировать решение и самостоятельно проходить сертификацию для получения права на широкое применение. Благодаря активному развитию программных технологий в этой области в процессе разработки многие компоненты могут использовать решения, зарекомендовавшие себя в сообществе. Поддержка в данном случае также может быть существенно облегчена. Наиболее трудозатратной задачей станет реализация специфических для каждого проекта требований.

Отказоустойчивость данного программного комплекса должна быть реализована программно и включать в себя комплекс мер по обеспечению бесперебойной работы ключевого компонента системы – видеосервера. Для выполнения этой задачи требуется проектирование и реализация решения по кластеризации имеющихся ПК и формированию кластера высокой степени доступности. Ин-

струментально задача может быть решена с помощью установления канала передачи сообщений состояния, реализации инструментов для репликации базы данных и контроля работы каждого сервера.

Для обеспечения автономности отдельных зон охраны необходимо спроектировать распределенную систему с возможностью сохранения ее работоспособности при помощи отдельных компонентов. Отдельное приложение для администрирования позволит обеспечить разделение прав доступа и возможность гибкой настройки для отдельных пользователей. В каждом юзкейсе необходимо реализовать свой человеко-машинный интерфейс взаимодействия в виде настольного приложения с заданными параметрами отображения.

Функциональная структура. Для охраны объектов повышенной опасности на каждом из них потребуется структура функциональных модулей, представленная на рис. 1.

Система должна быть иерархична: на первом уровне к видеоизображениям доступ могут иметь сотрудники на участках, далее информация агрегируется с нескольких участков для сотрудников штаба. Необходимо реализовать распределенную систему, обеспечивающую независимость ее узлов, располагаемых на всех контрольных точках, что позволит достичь максимальной эффективности работы и уменьшит риск сбоев. Функциональные возможности системы должны обеспечиваться кластерами серверов, расположенными на объектах охраны. Для клиентов системы необходимо предусмотреть возможность подключения к нескольким серверам; персональной настройки отображения видеоизображений, журналирования работы; изменения глобальных настроек камер – качества изображения, его отслеживания детектором, необходимости записи в архив на сервере.

Обзор актуальных проблем и концепций их решения. Для стабильной работы системы актуальна задача кластеризации ее ключевых узлов. Этот механизм можно реализовать неявным выделением резервных ресурсов и распределением данных по серверам. В базовой поставке планируется установка двух серверов на каждый участок. В классической модели один из серверов – основной для всех камер, другой – резервный. Предлагается разделить поровну камеры для основного и резервного использования. Таким образом, если основной сервер камеры оказывается недоступен, то данные отправляются на резервный, который при их получении переводит статус данной камеры на основной. Далее камера периодически пытается доставить данные основ-

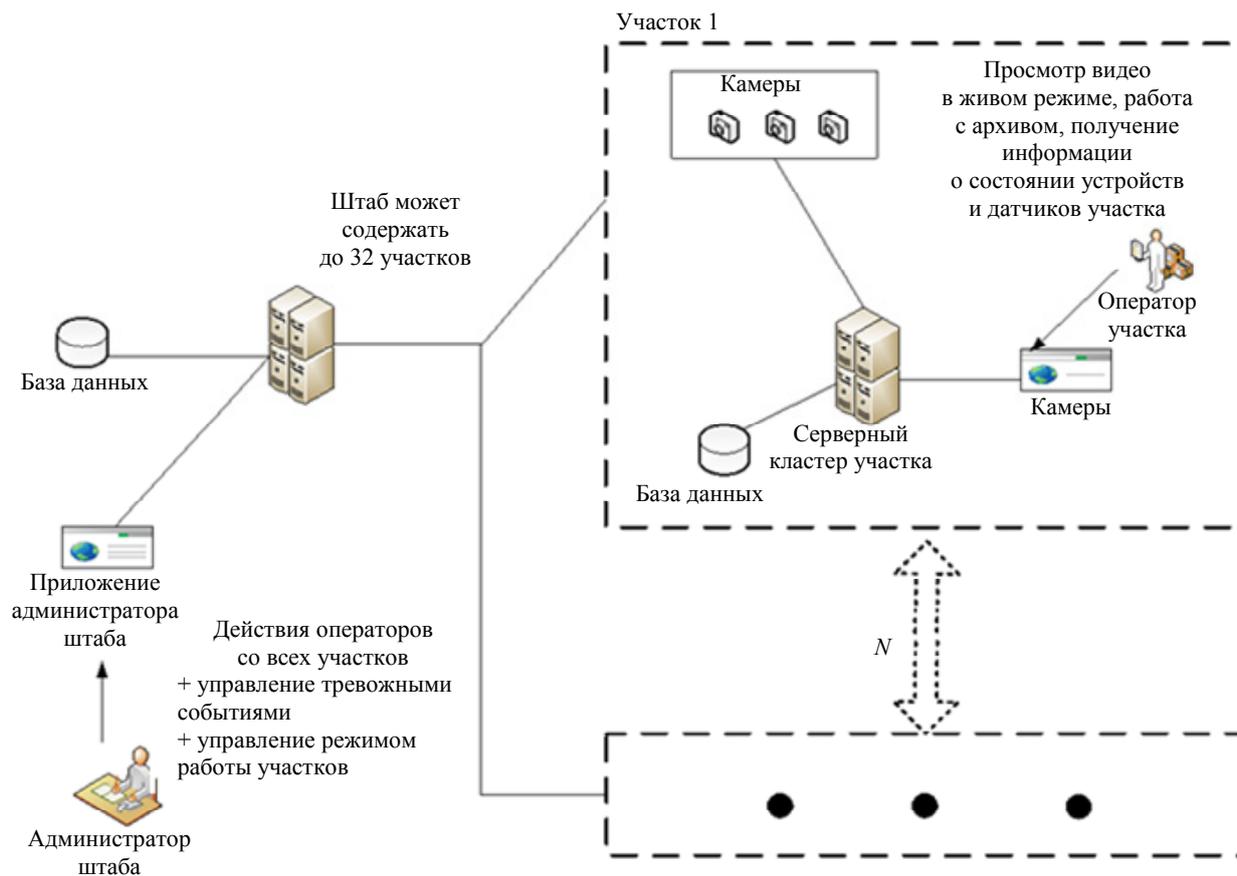


Рис. 1

ному серверу, в случае успеха первоначальное распределение восстанавливается.

Для корректной работы системы охраны актуальна задача реализации взаимодействия системы видеонаблюдения с другими компонентами. Для обеспечения корректной передачи данных существует несколько решений. Одним из вариантов является передача сообщений по протоколу TCP (Transmission Control Protocol – протокол управления передачей), достоинства которого – простота реализации и легкая поддержка, недостатки – скромные базовые возможности и необходимость реализации огромного числа компонентов для функционирования высоконагруженных соединений. С развитием технологий появилось большое число механизмов удаленного вызова процедур (remote procedure call – RPC). Данный класс технологий позволяет вызывать выполнение функций на удаленном процессе в адресном пространстве, отличном от текущего. Реализация технологии RPC заключается в объединении отправки сообщений на транспортном уровне с сериализацией сообщений и вызовом необходимой процедуры с переданными параметрами на стороне получателя. Существует большое число прикладных реализаций данной технологии, которые отличаются функциональными возможностями и ис-

пользуемыми инструментами. Часть подобных решений используют прикладной протокол передачи данных HTTP вместо транспортного (TCP и UDP) для расширения возможностей.

В настоящее время широко применяются технологии очередей сообщений, контролируемых брокером. Данный класс технологий предусматривает более широкие возможности по работе с сообщениями. Использование этих технологий позволяет обеспечить большую совместимость, чем у RPC, и большее число включенных инструментов, чем у классической передачи сообщений по протоколам транспортного уровня. Брокеры сообщений – это отдельное программное обеспечение, реализующее заявленные функциональные возможности. Из базовых и наиболее распространенных следует отметить поддержку возможности гарантированной доставки, фильтрации сообщений, множественной отправки, формирование как подписок на определенные сообщения, так и входящих очередей каждого узла. Многие решения поддерживают возможность дозирования отправки сообщений и уведомления адресанта о доставке. Каждый из узлов взаимодействия реализует собственный сервис для прослушивания и отправки сообщений в брокер.

Для данной системы актуальна проблема реализации детектора движений. По срабатыванию детектора должна производиться запись в архив и должно происходить информирование операторов о тревожной ситуации. Необходимо решение, которое позволит обнаруживать движения в кадрах подключенных камер, при этом требуется достаточно низкий показатель ложных срабатываний. Подобное решение можно реализовать с помощью библиотек компьютерного зрения.

На данный момент лучшие практики основываются на библиотеке алгоритмов компьютерного зрения OpenCV, исходный код которой написан на языке С. Данная библиотека содержит огромное число инструментов, основные из которых отвечают за интерпретацию изображений и алгоритмы машинного обучения. Список возможностей, предоставляемых OpenCV, весьма обширен:

1. Интерпретация изображений.
2. Калибровка камеры по эталону.
3. Устранение оптических искажений.
4. Определение сходства.
5. Анализ перемещения объекта.
6. Определение формы объекта и слежение за объектом.
7. 3D-реконструкция.
8. Сегментация объекта.
9. Распознавание жестов.

Библиотека находится в свободном доступе, ее авторы позволяют использовать свои наработки для создания программного обеспечения с открытым кодом. Существует большое число решений, позволяющих работать с OpenCV из других языков программирования с помощью интерфейсов, что расширяет сообщество пользователей и делает данную библиотеку наиболее удобной для работы.

В качестве аналога можно рассмотреть библиотеку libav, которая хоть и обладает более скромным набором инструментов, но использует-

ся для задач обнаружения движения и показывает отличные результаты относительно затраченного времени и вычислительных ресурсов.

Облик системы. Облик системы – это компонент графического интерфейса, отвечающий за визуальную часть отображения. Управление обликом осуществляется с помощью контроллера, в котором заложена логика обработки данных в приложении клиента [3]. На рис. 2 представлено устройство механизма взаимодействия пользователя с системой.

Требуется отметить, что облик отображает модель данных. Система может содержать различные облики при единой модели данных. В зависимости от решаемых пользователем задач ему предоставляется наиболее подходящий облик системы [4].

Согласно разработанным требованиям для модуля отображения понадобится поддержка нескольких бизнес-процессов. Операторам участка достаточно мониторинга своей территории, тогда как на уровне штаба должно выводиться изображение со всех камер. Также для штаба необходимо реализовать отображение вида «видеостена», – это отдельная экранная форма, включающая в себя периодически сменяющиеся экраны с видеоизображениями с подконтрольных объектов. Необходимо учесть приоритет отображения для камер, зафиксировавших тревожное событие. Для операторов штаба необходимо предусмотреть возможность администрирования системы для конфигурации прав доступа и набора серверов, доступных для сбора видеоизображений.

Поскольку целевой платформой использования является МСВС 5, а сетевое взаимодействие должно быть сведено к минимуму, предпочтительным вариантом реализации обликов системы становятся настольные приложения. В компании

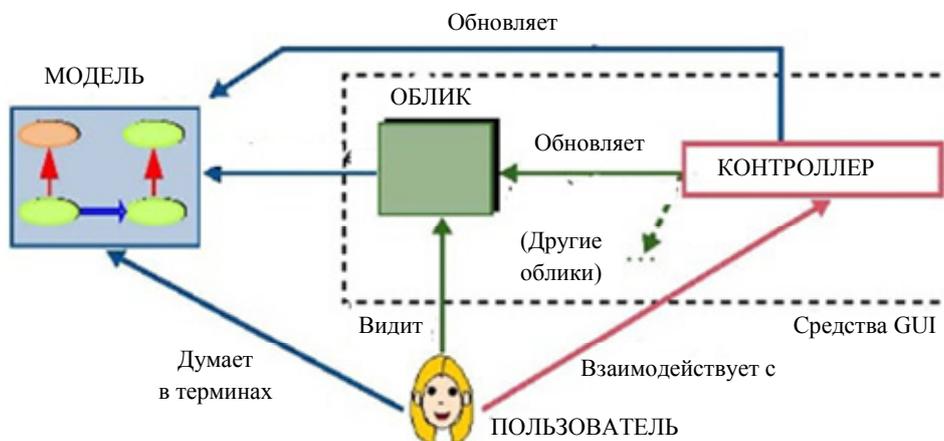


Рис. 2

имеется опыт по разработке подобных приложений на программном языке Java с использованием библиотеки Swing.

Для приложения администрирования можно использовать модель проводника с навигацией по левому вертикальному краю. Для каждого пункта настройки требуется создать иконку и дополнить ее исчерпывающим заголовком окна. В основной части экранных форм расположатся пункты предметной настройки, основанные на текстовых полях, графических компонентах выбора из списка и отметок подходящих вариантов. ПК должен иметь подключение к базе данных для отображения и изменения информации. Требуется реализовать информативный и нативно понятный механизм отображения результата действий пользователя.

Приложение отображения участка должно иметь экранную форму отображения мнемосхемы охраняемой территории в центре экрана и изображений с камер. Для удобства пользователей необходимо позволить изменять количество отображаемых камер. Мнемосхема должна быть интерактивной, цветные образы камер на ней должны информативно сообщать пользователю о текущем состоянии подключения, статусе охраняемого объекта, состоянии детектора и использовании канала записи в архив. Каждому из видеоизображений пользователь должен иметь возможность задать собственные параметры: яркость, контрастность и насыщенность. Также поль-

зователь должен иметь возможность сделать запрос на сервер для изменения качества изображения и изменении состояния записи в архив.

Для унификации требуется использовать в штабе то же приложение отображения, что и на участках, с расширением количества доступных видеосерверов. Переключение между подключенными участками требуется разработать в виде виджета с вкладками на главной экранной форме. Приложение для отображения модуля «видеостена» должно включать в себя заданное пользователем количество мониторов; требуется разработать 10 различных вариантов раскладки на экранной форме для наиболее используемых случаев работы. Изображения на данных мониторах должно чередоваться 1 раз в 15 с. В случае возникновения тревожной ситуации изображение с данной камеры должно быть немедленно выведено на экранную форму и подсвечено красным цветом. Также при возникновении тревожной ситуации необходимо воспроизводить звуковое уведомление.

Разработанная структура требований и их анализ представляют собой артефакт требований к программной системе видеонаблюдения для охраны объектов повышенной опасности. Разработанные модели обликов системы являются расширением к артефакту требований и служат для проектирования человеко-машинного интерфейса взаимодействия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дамьяновски В. CCTV. Библия видеонаблюдения. Цифровые и сетевые технологии. М.: ООО «Ай-Эс-Эс Пресс», 2006.
2. Особенности организации ИТ-инфраструктуры для видеонаблюдения. URL: <https://habr.com/ru/company/raidix/blog/331370/> (дата обращения 01.02.2020).

3. Первицкий А. Ю. О проектировании человеко-машинного взаимодействия // Современное образование: содержание, технологии, качество. 2017. № 2. С. 245–249.

4. Tidwell J. Designing Interfaces: Patterns for effective interaction design. London: O'Reilly Media, 2011.

P. D. Osmolovsky, S. A. Romanenko
Saint Petersburg Electrotechnical University

DEVELOPMENT OF REQUIREMENTS AND INTERFACE OF THE VIDEO SECURITY SYSTEM FOR THE PROTECTION OF HIGH-THREAT LOCATIONS

The result of work on the implementation of the model of requirements for a video surveillance system for the protection of high-risk facilities and the development of its appearance. The work contains analysis and development of requirements for a video surveillance system for the protection of high-risk facilities. Analysis of requirements is based on the study of the subject area and immersion in the goals, objectives and limitations of video surveillance systems. The formalized requirements structure underlies the formation of decisions on topical issues of designing a video surveillance system. The study and comparison of modern technologies and experience in developing similar systems. The article presents the result of work on developing the appearance of the system, which is based on the study of user experience using applications. The developed skins contain the implementation of formalized requirements in the application interface for interaction with server modules of a CCTV system. As a result of the work carried out, a system model was developed in terms of requirements and skins for users to work with the system were implemented.

Closed circuit TV, distributed automated system, high-loaded network interactions, video processing and transmission, video streaming, archived video recording, requirements development, formalization and analysis of requirements, technology research, systems interfaces