

УДК

Любовь ЖУРАВЛЕВА

Lyubov M. ZHURAVLEVA

Александр БОГАЧЕВ

Никита ЯЦКИВСКИЙ

**Повышение безопасности движения поездов с помощью систем
интеллектуального видеонаблюдения**

Журавлева Любовь Михайловна – доцент, профессор кафедры «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте», Москва, Россия.

Богачев Александр Петрович – ст. преподаватель кафедры «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте», Москва, Россия.

Яцкивский Никита Владимирович – студент ТСТ-511, МИИТ, Москва, Россия.

В статье рассматривается применение систем интеллектуального видеонаблюдения как дополнительной меры по обеспечению безопасности движения поездов на опасных участках железных дорог (переезды, туннели, сложный рельеф и т.д.). Предлагается для организации каналов связи использовать ресурсы волоконно-оптической системы передачи и частотный диапазон поездной радиосвязи при условии модернизации радиопередающей аппаратуры.

Ключевые слова: безопасность, видеонаблюдение, высокая четкость, видеоаналитика.

Актуальность темы

Повышение безопасности движения поездов – главная задача, стоящая перед разными подразделениями железнодорожного транспорта (управления

движением поездов, локомотивного, вагонного, путевого хозяйств, систем сигнализации и блокировки, систем передачи информации и т.д.)

Основным критерием оценки эффективности повышения безопасности является снижение вероятности аварийной ситуации. Этот параметр является результатом произведения большого числа вероятностей: отказа аппаратуры, обрыва линий связи, ошибок диспетчера и машиниста, оползней, камнепадов, злонамеренных действий и других негативных событий.

Одним из способов обеспечения безопасности движения поездов является внедрение систем интеллектуального видеонаблюдения. Эти системы могут предотвратить дорожно-транспортные происшествия на переездах, аварии на участках со сложным рельефом или с повышенной вероятностью оползней, опасные ситуации в условиях плохой видимости, в случае террористической угрозы взрывов, в тоннелях и других охраняемых объектах.

Классификация систем интеллектуального видеонаблюдения

Автоматические и автоматизированные системы видеонаблюдения являются одной из ключевых составляющих современных комплексных систем безопасности [1]. Задача видеонаблюдения подразумевает визуальный контроль заданной области пространства при помощи одной или нескольких видеокамер, позволяющих сохранять и просматривать цифровые видеоданные, а также постоянно оценивать состояние контролируемой территории, выделяя, так называемые, «охранные события», заключающиеся в тех или иных изменениях наблюдаемой обстановки.

Исторически основными функциями систем видеонаблюдения являются вывод информации в непрерывном режиме на пункт контроля и запись в архив. На сегодняшний день к таким системам предъявляются более высокие требования по части функционала, что стимулирует переход от аналоговых способов получения, отображения и хранения видеoinформации к цифровым (IP – камеры, компьютерные мониторы, цифровые базы данных). Поэтому

существенную роль в построении систем видеонаблюдения играют технологии сжатия, хранения, поиска и передачи информации.

Современные распределенные системы видеонаблюдения основаны на клиент-серверной архитектуре, согласно которой видеопоток от камер поступает на сервер, где производится его первичная обработка (сжатие, оцифровка видеосигнала, в случае с аналоговой системой видеонаблюдения) и хранение. Наличие специализированного программного обеспечения (ПО) для осуществления видеоаналитики является ядром всей системы интеллектуального видеонаблюдения, что, в свою очередь, отличает её от обычной системы видеонаблюдения. Такое ПО в своей работе использует методы компьютерного зрения, которые позволяют выполнять автоматизированный сбор данных с помощью анализа потока видеоизображений.

Результатом работы видеоаналитики являются сообщения об опасных объектах или событиях, которые передаются оператору только в случае обнаружения тревожных признаков, а также записываются в видеоархив.

Видеоаналитика опирается на алгоритмы обработки изображения и распознавания образов, позволяющие анализировать видео без прямого участия человека [2].

В зависимости от целей видеоаналитика может выполнять одну или несколько функций:

- 1) обнаружение объектов с помощью видеодетекторов движения;
- 2) слежение за объектом с помощью нескольких видеокамер и специальных алгоритмов обработки;
- 3) классификация объектов на основании признаков формы и размеров;
- 4) идентификация объектов (например, людей по биометрическим признакам лица);
- 5) распознавание (обнаружение) тревожных ситуаций на основе анализа поведения объекта наблюдения.

Видеоаналитика может иметь дополнительные функции, например:

1) прогнозирование поведения объекта;

2) интеллектуальное сжатие видеоконтента (передается только видео, содержащее тревожные ситуации), что позволяет уменьшить нагрузку на канал связи и оператора видеонаблюдения;

3) ранжирование (определение приоритета) событий видеоаналитики, что позволяет оператору сосредоточить внимание только на важных событиях и не отвлекаться на второстепенные ситуации.

С точки зрения применения различают следующие типы видеоаналитики:

1) периметральная (охрана протяженных участков);

2) ситуационная (распознавание тревожных ситуаций, связанных с поведением людей, движением транспортных средств);

3) биометрическая (идентификация лиц);

4) бизнес-аналитика (управление организацией).

С точки зрения аппаратно-программной архитектуры, различают следующие типы систем видеоаналитики:

1) Серверная видеоаналитика предполагает централизованную обработку видеоданных на центральном процессоре, непрерывную передачу видео от источника информации на сервер. Основной недостаток данной архитектуры – высокая нагрузка на каналы связи и сервер;

2) Встроенная видеоаналитика реализуется в источнике видеоданных (видеокамере), работает на выделенном процессоре, передает данные об объекте вместе с видеопотоком на общий для всех камер сервер обработки, видеоанализа и хранения;

3) Распределенная видеоаналитика реализуется как гибридный вариант серверной и встроенной видеоаналитики.

Главным недостатком многих внедрений видеоаналитики является высокая частота ложных срабатываний. Эта проблема постепенно решается путем совершенствования алгоритмов видеоанализа.

Организация систем интеллектуального видеонаблюдения на железнодорожном транспорте

Системы интеллектуального видеонаблюдения за движением поездов можно организовать с помощью волоконно-оптической системы передачи (ВОСП), предназначенной для передачи сигналов оперативно-технологической связи, и цифровой системы поездной радиосвязи (ПРС).

Схема организации системы интеллектуального видеонаблюдения на железнодорожном транспорте, представленная на рис. 1, имеет следующие обозначения: ВК – видеокамера со встроенной ВА (видеоаналитикой); MUX – аппаратный комплекс, включающий в себя мультиплексор как оборудование первичной сети, так и коммутационную станцию, обеспечивающую подключение видеокамер и радиостанций к сети доступа; РС – радиостанция стационарная; РВ – радиостанция возимая; АРМ ДНЦ – автоматизированное рабочее место поездного диспетчера; ЕДЦУП – единый дорожный центр управления перевозками, который располагается на станции управления дороги; СУ – система управления; СПД – сеть передачи данных; прямой канал – это канал передачи видеопотока с камер на сервер ВА и АРМ ДНЦ; обратный канал – это канал передачи видеопотока с сервера ВА в кабину машиниста, который включает в себя кроме проводного участка радиоканал ПРС.

Одна или несколько видеокамер (ВК) устанавливаются в местах повышенной опасности: на участках с оползнями, сложным рельефом, плохой видимостью, переездами, туннелями (на входе и выходе из него) и т.д.

Встроенная видеоаналитика (ВА), реализованная с помощью видеопроцессора в камере, автоматически формирует управляющий сигнал для начала и конца трансляции видеоизображения от ВК на сервер, расположенный на станции управления дороги, при появлении опасного объекта в поле зрения камеры. После обнаружения, видеоизображение объекта и метаданные с описанием содержания каждого кадра (местоположение, идентификация объекта, время, траектория, скорость движения и т.д.) передаются на сервер.

В сервере осуществляется декодирование, сравнение изображения от нескольких камер, видеоанализ, индексирование, оценка степени опасности события, хранение информации и т.д. Затем изображение выводится на экран автоматизированного рабочего места оператора или поездного диспетчера (ДНЦ).

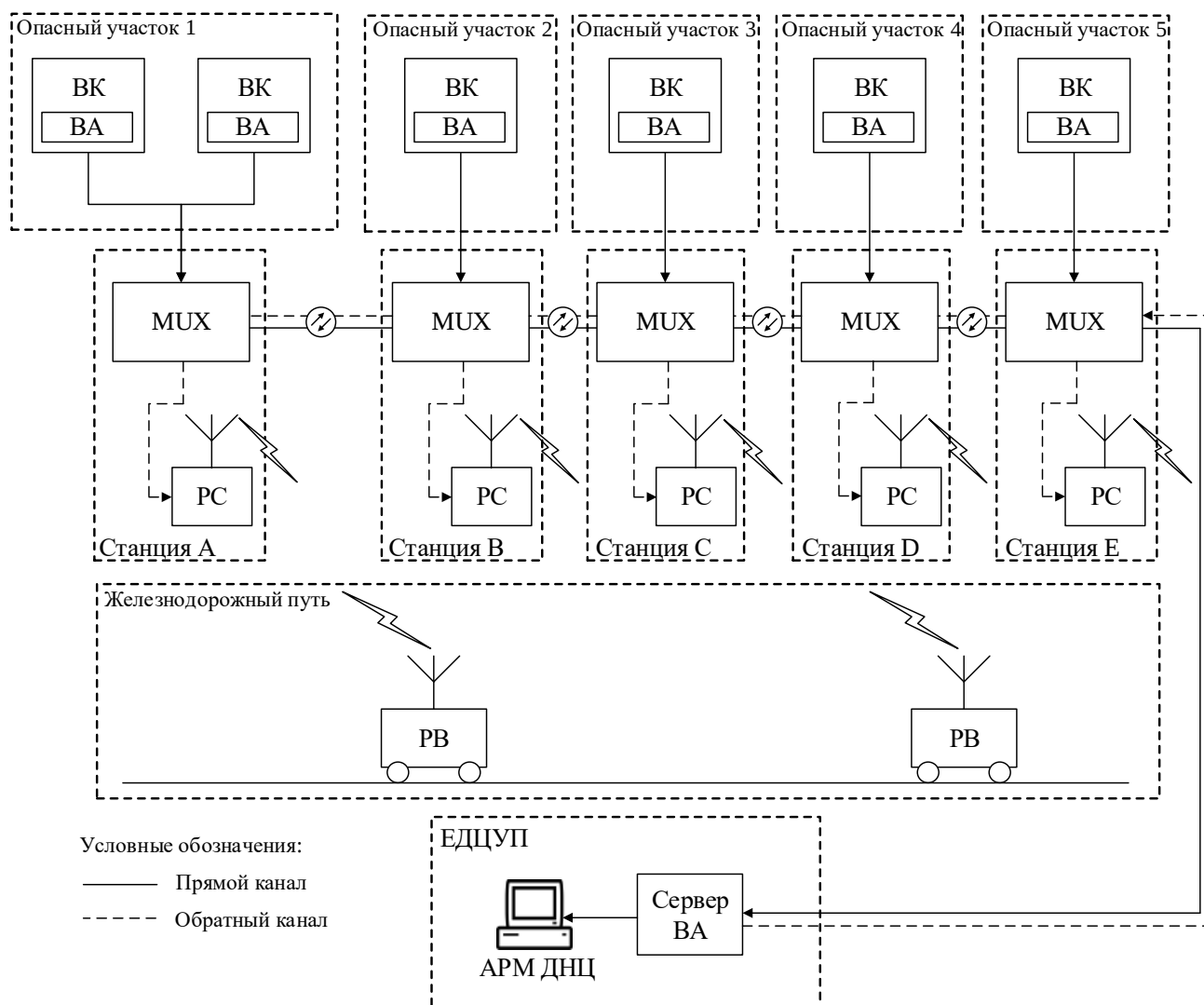


Рис. 1. Схема организации системы интеллектуального видеонаблюдения на железнодорожном транспорте.

Диспетчер принимает решение о необходимости передачи циркулярного вызова об опасном объекте или событии всем участникам движения (машинистам локомотивов, дежурным по станции ДСП и др.) и другим операторам подразделений (пути, энергоснабжения, сигнализации и блокировки и т.д.), находящихся на его участке железной дороги. Такой

ситуационный режим передачи видеоизображения от ВК позволяет эффективно использовать каналы связи (один канал подключать к нескольким десяткам ВК), не нагружает оператора, уменьшает объем хранимой видеoinформации и т.д.

Дополнительно можно реализовать с помощью каналов поездной диспетчерской связи (ПДС) и поездной радиосвязи (ПРС), в случае необходимости, передачу видеоизображения опасного объекта в сжатом формате машинистам локомотивов, полностью используя выделенный диапазон частот цифровой ПРС на прием и передачу (шириной в 6 МГц). Для реализации этого варианта потребуется модернизация приемо-передающей аппаратуры стационарных и локомотивных радиостанций или создание новых широкополосных радиостанций. В этом случае сохраняется расчетная трасса для распространения радиосигнала ПРС в выделенном для железнодорожного транспорта диапазоне частот (антенно-фидерные устройства, вышки для установки антенн, базовые станции).

Возможен вариант трансляции видеоизображения на локомотивы за 2 км от места установки видеокамер в случае обнаружения опасного объекта для своевременного торможения поезда. Для этих целей потребуется создание комплектов приемопередающей аппаратуры в свободном диапазоне частот (2,41 ГГц) и установка дополнительных вышек для антенн [3].

Использование для основного канала передачи видеоизображения на станцию управления дороги волоконно-оптических систем передачи информации позволяет реализовать мегапиксельную видеоаналитику высокой четкости (HD), позволяющую снизить объем видеоданных в 5 раз по сравнению со стандартными системами и обеспечить высокую детализацию объекта наблюдения для более качественного детектирования, сопровождения и классификации целей в автоматическом режиме [4].

Выводы

Наибольшей эффективностью для повышения безопасности движения поездов обладает система интеллектуального видеонаблюдения с архитектурой, соединяющей алгоритмы встроенной и распределенной видеоаналитики. Такая схема организации системы видеонаблюдения будет передавать информацию только в случае возникновения тревожных событий, что позволит подключить к одному каналу связи несколько десятков видеокамер и облегчить работу оператора (ДНЦ).

В качестве обратного канала от ДНЦ к машинисту можно использовать каналы ПРС. В простейшем случае передавать речевую информацию в режиме циркулярного вызова. В более сложных вариантах можно предусмотреть передачу видеосигналов в кабину локомотива в диапазоне частот железнодорожного транспорта или создавать для этих целей самостоятельную систему радиосвязи, непосредственно связанную с видеокамерами.

Основными функциями системы видеонаблюдения должны быть:

- 1) обнаружение объектов;
- 2) слежение за ними с помощью специальных алгоритмов обработки;
- 2) идентификация и классификация объектов;
- 3) ранжирование событий;
- 4) распознавание тревожных ситуаций на основе анализа поведения объекта наблюдения;
- 5) прогнозирование событий для предотвращения аварийных ситуаций.

Огромные возможности ВОСП по ширине полосы пропускания (более 20ТГц) и современные технологии волнового уплотнения позволят реализовать интеллектуальное видеонаблюдение высокой четкости, которое обеспечит более качественное детектирование объектов наблюдения и обнаружение опасных ситуаций.

Совершенствование алгоритмов видеоанализа на основе видеоизображений высокой четкости значительно повысит безопасность

движения поездов и снизит вероятность аварий. Более подробную информацию по рассматриваемой теме можно получить из источников 5-7.

ЛИТЕРАТУРА

1. Область применения: видеонаблюдение // Информационный проект профессионального сообщества «Техническое зрение». [Электронный ресурс]: <http://wiki.technicalvision.ru/index.php/>. Доступ 20.01.2017.

2. Видеоаналитика // «ООО» Синезис. [Электронный ресурс]: <http://synesis.ru/technology/videoanalitika>. Доступ 20.01.2017.

3. Анопченко Н. В., Косилов Р. А., Терешин Н. В., Богачев А. П. Радиотелевизионная система предотвратит наезд // Локомотив: ежемес. производственно-технический и научно-популярный жур. – 2002. – № 8. – С. 29.

4. Видеоаналитика высокой четкости (HD) // «ООО» Синезис. [Электронный ресурс]: <http://synesis.ru/technology/videoanalitika-vyisokoj-chetkosti>. Доступ 20.01.2017.

5. Обзор систем видеонаблюдения // ООО «ЮКОНТРОЛ СБ». [Электронный ресурс]: <http://www.ucontrol.ru/videonabludenie/obzor/>. Доступ 26.01.2017.

6. А. А. Хрулев. Интеллектуальная система видеонаблюдения в составе комплексной системы безопасности на метрополитене // Системы безопасности: жур. – 2014. - №2. – С.40.

7. Е. А. Макарецкий, А. В. Овчинников, Л.Х. Нгуен. Телевизионные измерительные системы контроля скоростного режима дорожного движения // Компоненты и технологии: жур. – 2007. - №4. – С.34

Координаты авторов: **Журавлева Л. М.** – zhlubov@mail.ru, **Богачев А. П.** – , **Яцкивский Н. В.** – nikrestinpiece@gmail.com.

Статья поступила в редакцию 20.01.2017, актуализирована 2017, принята к публикации 2017.

МИР ТРАНСПОРТА, том 15, № , с. (2017)

Журавлева Л. М., Богачев А. П., Яцкинский Н. В.