

Анализ усталостной долговечности конструкции кузова пассажирского вагона с перфорированными подкрепляющими элементами в работе выполнялся в соответствии с методиками С. В. Серенсена, В. П. Когаева и В. В. Болотина для наиболее нагруженных зон кузова вагона в два этапа [6, 7]: в среде программного комплекса «Универсальный механизм» рассчитаны динамические силы, действующие на несущую конструкцию кузова вагона в процессе движения вагона; диапазоны динамических усилий прикладывались к детализированным конечно-элементным моделям несущей конструкции. На основании полученных результатов расчетов для трех рассматриваемых зон конструкции можно сделать вывод, что наименьшие сроки службы наблюдаются в зоне перфорированного стрингера. При этом сроки службы кузова вагона не превышают минимальный назначенный срок службы вагона-аналога с кузовом из углеродистых сталей, что подтверждает долговечность конструкции. Следовательно, предложенную конструкцию кузова вагона можно рекомендовать к использованию на железных дорогах России.

#### Список литературы

- 1 **Ашуркова, С. Н.** Выбор рациональной несущей конструкции кузова пассажирского вагона с подкрепляющими элементами перфорированного сечения / С. Н. Ашуркова, Д. Я. Антипин // Транспорт Урала. – 2019. – № 2(61). – С. 23–27.
- 2 **Ашуркова, С. Н.** Исследование влияния конструкции подкрепляющего набора боковой стены пассажирского вагона на его технико-экономические показатели / С. Н. Ашуркова, А. М. Высоккий, Д. Я. Антипин // Молодые ученые – ускорению научно-технического прогресса в XXI веке : сб. материалов III Всероссийской науч.-техн. конф. аспирантов, магистрантов и молодых ученых с международным участием. – Ижевск : ИННОВА, 2015. – С. 849–852.
- 3 **Колчина, Е. В.** Исследование жесткостных характеристик и прочности кузова пассажирского вагона салонного типа / Е. В. Колчина, Д. Я. Антипин, А. В. Смольянинов // Инновационный транспорт – 2016: специализация железных дорог: сб. материалов Междунар. науч.-техн. конф., посвященной 60-летию основания Уральского государственного университета путей сообщения. – Екатеринбург : УГУПС, 2017. – С. 639–643.
- 4 **Ашуркова, С. Н.** Обоснование конструктивных решений несущих конструкций кузовов пассажирских вагонов с перфорированными подкрепляющими элементами / С. Н. Ашуркова, Д. Я. Антипин // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2019. – № 6(79). – С. 69–76.
- 5 **Ашуркова, С. Н.** Использование современных промышленных программных комплексов для обоснования рациональной конструкции боковых стен пассажирских вагонов / С. Н. Ашуркова, Д. Я. Антипин // Информационно-телекоммуникационные системы и технологии : сб. Всероссийской науч.-практ. конф. – Кемерово, 2015. – С. 243.
- 6 **Антипин, Д. Я.** Обоснование динамических моделей для анализа нагруженности несущих конструкций кузовов пассажирских вагонов / Д. Я. Антипин, С. Н. Ашуркова, Е. В. Чепикова // Будущее машиностроения России: сб. докладов девятой Всероссийской конф. молодых ученых и специалистов. – М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016. – С. 695–697.
- 7 **Антипин, Д. Я.** Прогнозирование усталостной долговечности несущей конструкции кузова пассажирского вагона с перфорированными подкрепляющими элементами / Д. Я. Антипин, С. Н. Ашуркова // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2019. – № 7(80). – С. 59–65.

УДК 658.012:681.32

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО СДВИГА И КЛЕТОЧНЫХ АВТОМАТОВ

*С. Н. БЕЛАН, В. А. ГРЕБЕНЬ, В. С. ТОМЫЧ, И. А. КОРНИЕВСКИЙ*  
*Государственный университет инфраструктуры и технологий, г. Киев, Украина*

На современном этапе развития транспортной отрасли важное значение имеет совершенствование эксплуатационной работы на базе широкого использования информационных технологий, телекоммуникационных систем и логистических методов управления. В период информатизации отрасли необходимо уметь ориентироваться в огромном потоке информации, знать о методах и принципах разработки информационных технологий, сетях передачи данных. Потоки информации в системе управления предприятиями железнодорожного транспорта сложные и разветвленные. Ни одна из функций управления не может обеспечить поддержание заданных параметров системы без достаточной информации и связи. Высокий уровень механизации и автоматизации получения и обработки исходных данных в таких системах во многом определяет, как качество получаемой информации, так и качество управления в целом. Одним из важных направлений в развитии информационных систем является создание систем автоматической идентификации объектов железнодорожного транспорта.

Данная статья посвящена разработке и описанию методов идентификации подвижного состава железной дороги на основе технологии параллельного сдвига (ТПС) и клеточных автоматов (КА) [1–4].

В исследованиях рассматриваются оптико-электронные методы идентификации, которые основаны на фиксации изображения знака идентификатора движущегося объекта и дальнейшей его обработке. Для четкой и надежной идентификации используются различные методы предварительной обработки изображений. Полученное изображение бинаризуется и удаляются шумы. В результате получают бинарное изображение, где черные пиксели принадлежат идентификатору вагона или локомотива.

Алгоритм идентификации изображения идентификатора состоит из трех этапов, также может быть добавлен этап выделения подвижного объекта на видеоизображении:

- 1) выделение движущихся объектов на видеоизображении;
- 2) выделение поля идентификатора (чаще всего это номерная пластина) на входном изображении;
- 3) сегментация элементов изображения идентификатора (символы номерной пластины);
- 4) распознавание выделенных элементов изображения.

Задача выделения движущихся объектов представляет собой сумму двух подзадач: выделение пикселей переднего плана и объединения их в объекты. Для первой подзадачи существует несколько алгоритмов. Здесь проблема выбора соответствующего алгоритма решается очень просто, так как эффективность алгоритма пропорциональна его сложности.

Вторая подзадача решается для локализации номера. То есть алгоритмы, применяемые для ее решения, не являются общими и не могут использоваться для решения других задач. Алгоритм не является точным (с точки зрения выделения границ объекта), в данной работе не нужен, но является надежным (с точки зрения вероятности попадания номера в область выделения) и быстродействующим.

После выделения поля с изображением идентификатора используются клеточные технологии и технологии параллельного сдвига [1–4]. С помощью ТПС осуществляется определение скорости движения объекта на основе анализа функции пересечения площадей (ФПП), а также определяется идентификатор последовательностью кодов, описывающих его. Полученную последовательность сравнивают с эталонными значениями и идентифицируют ее либо нет.

ТПС основана на нескольких направлениях сдвига, что дает возможность обрабатывать изображения идентификаторов, изменивших свою ориентацию в пространстве. Чем больше направлений сдвига, тем точнее результат идентификации. ТПС позволяет реализовать систему, которая способна идентифицировать объекты, движущиеся в различных направлениях. При этом система определяет ФПП для одного направления, а эталонные ФПП<sub>э</sub> сформированы для всех основных направлений изображения идентификатора. Поскольку изображения идентификаторов формируются заранее и известны, то незначительные отклонения от эталонных форм ФПП не дают ложной идентификации.

В работе используются методы, основанные на контурной обработке изображения идентификатора. Для выделения контуров используются операторы Робертса [5], Собеля [6] и другие операторы выделения контуров. Такие операторы используют поле размером 3×3 и анализируют коды пикселей, расположенных в данных полях, используя соответствующие математические выражения.

После получения контурного изображения необходимо представить их в таком виде, который будет приемлемым для дальнейшей обработки. Например, можно выделить прямые линии и найти среди них те, которые вместе составляют прямоугольник похожий на номер. После этого можно анализировать выделенные прямые линии. Поиск прямоугольника заключается в выделении пар параллельных прямых с пропорциями, соответствующими автомобильной номерной пластинке.

Для сегментации идентификатора учитывается тот фактор, что все идентификаторы и их структуры заранее известны, так как создаются разработчиками системы нумерации. Согласно первоначально известной структуре разработаны методы, которые отделяют группы черных пикселей на изображении и определяют их форму, по которой судят о форме элемента идентификатора. После того как все группы черных пикселей идентифицированы, осуществляется идентификация всего изображения.

ТПС реализует метод, который не использует сегментацию отдельных элементов изображения, а формируется ФПП всего изображения идентификатора. ФПП для каждого идентификатора в нескольких направлениях является уникальной и дает высокую точность идентификации. Также ТПС позволяет определять объекты, движущиеся в разных направлениях.

Система, реализующая методы идентификации, содержит видеорегистратор, преобразующий входное изображение в совокупность электрических сигналов, блок хранения изображения, блок выделения, блок формирования кодов элементов изображения, блок вычисления ФПП, блок сравнения и блок хранения. Для выделения элементов изображения на спроектированном изображении знака используется специальная клеточная среда (клеточный автомат), которая организована таким образом, чтобы в ней было организовано окно у знака. Такое виртуальное окно должно передвигаться по всему полю идентификационного знака и останавливаться в момент охвата элементов изображения.

#### **Заключение**

В данной работе проведен анализ современных средств идентификации изображений объектов железнодорожного транспорта. Рассмотрены их преимущества и недостатки. Предложена система идентификации объектов железнодорожного транспорта, реализуемой на оптико-электронном принципе считывания. Предложенная система не требует больших аппаратных затрат. Идентификация объекта осуществляется в реальном времени во время движения объекта. Такой подход не требует установки дополнительных технических средств на один движущийся объект. Реализация технологии параллельного сдвига позволила осуществлять идентификацию объектов, которые движутся в различных направлениях и с различной скоростью.

#### **Список литературы**

- 1 **Bilan, S.** Image Processing and Pattern Recognition Based on Parallel Shift Technology / S. Bilan, S. Yuzhakov. – CRC Press, 2018.
- 2 **Bilan, S.** Saving of Etalons in Image Processing Systems Based on the Parallel Shift Technology, Advances in Image and Video Processing / S. Bilan, S. Yuzhakov. – Vol. 2. – No. 6. – 2014. – P. 36–41.
- 3 **Bilan, S.** Handbook of Research on Intelligent Data Processing and Information Security Systems / S. Bilan, S. I. Al-Zoubi. – IGI Global. – November. – 2019. – P. 470.
- 4 **Bilan, S.** New Methods and Paradigms for Modeling Dynamic Processes Based on Cellular Automata / S. Bilan, M. Bilan, R. L. Motornyuk // IGI-Global. – 2020. – P. 200.
- 5 **Hegarty, M.** Steganography, The World of Secret Communications / M. Hegarty, A. J. Keane // CreateSpace Independent Publishing Platform. – 2018. – 88 p.
- 6 **Engel, K.** Real-time volume graphics / K. Engel. – 2006. – С. 112–114.

УДК 629.4

## **ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ПАССАЖИРСКОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ПРИ ОПРОКИДЫВАНИИ ВАГОНОВ**

*О. И. БОНДАРЕНКО, Д. А. БОНДАРЕНКО*

*Брянский государственный технический университет, Российская Федерация*

Проблемам безопасности на железнодорожном транспорте в настоящее время уделяется большое внимание. Однако статистика крушений и аварийных ситуаций, произошедших на железных дорогах России и ближнего зарубежья, растет с каждым годом. Анализ последствий аварийных ситуаций на пассажирском подвижном составе показывает, что пассажиры поездов и члены поездных бригад получают серьезные травмы при авариях, связанных со столкновением поезда с препятствием и опрокидыванием вагонов на насыпь железнодорожного полотна [1]. Наиболее тяжелые травмы пассажиры получают при падении с полок, падении на них багажа, ударах об элементы интерьера и столкновениях с другими пассажирами [2]. В связи с этим важной задачей при исследовании безопасности пассажирского железнодорожного транспорта является оценка травмирования пассажиров, находящихся в нем.

Крупнейшие производители наземных транспортных средств в центрах исследования безопасности вновь разрабатываемого транспорта используют проблемно-ориентированные антропометрические манекены различных конфигураций [3]. Манекены в точности повторяют свойства человеческого тела и способны передавать огромный массив информации посредством регистрирующей аппаратуры, устанавливаемой на них. Однако в век компьютерных технологий на первый план выходят испытания транспорта на безопасность с использованием виртуальных манекенов для краш-тестов, отличающиеся своей экономичностью и многофункциональностью.