

### Литература

1. Самаль, Д.И. Подходы и методы распознавания людей по фотопортретам / Д.И. Смаль, В.В. Старовойтов. – Минск: ИТК НАНБ, 1998. – 54 с.
2. Madani, K. Modular and self-organizing connectionist systems: toward higher level intelligent functions / K. Madani // International Scientific Journal of Computing. – 2006. – Vol. 5, Issue 2. – P. 6-17.
3. Головкин, В.А. Нейронные сети: обучение, организация и применение. Кн. 4: учеб. пособие для вузов / Общая ред. А.И. Галушкина. – М.: ИПРЖР, 2001. – 256 с.
4. Oja, E. Principal components, minor components and linear networks / E. Oja // Neural Networks. - 1992. - Vol. 5. - P. 927-935.

УДК 004.93

## ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ АВТОНОМНОГО МОБИЛЬНОГО РОБОТА И ПРЕПЯТСТВИЙ ДЛЯ ЕГО ДВИЖЕНИЯ

*Дунец И.П.*

*УО «Брестский государственный технический университет», г. Брест*

В связи с развитием робототехники в автоматизированное производство внедряется все большее количество мобильных роботизированных платформ, выполняющих самые разнообразные действия: от перевозки грузов с одного конвейера на другой до применения в качестве автоматизированного шасси укомплектованного различным оборудованием. Можно предположить, что мобильные роботизированные платформы полностью заменят конвейерные ленты за счет своей высокой мобильности и простоты модификации процессов производства.

Но до сих пор не является полностью решенной одна из наиболее актуальных проблем автоматизации процесса управления мобильными платформами – безопасность передвижения. Эта проблема включает в себя задачу определения положения автономного мобильного робота в пространстве и препятствий для его движения.

На данный момент такой подход как машинное зрение получил наиболее широкое распространение для автоматизации систем управления мобильными роботами. Основная причина его эффективности заключается в высокой информативности получаемых данных.

В данной статье рассматривается система машинного зрения, предназначенная для определения положения и ориентации мобильного робота на кадре из видеопотока, а также детектировании препятствий для его движения с последующей их классификацией на статические и динамические.

Любая система машинного зрения условно делится на аппаратную и программную часть. Аппаратная часть предназначена для получения информации с различных сенсорных устройств, программная часть реализует алгоритмы обработки полученных данных [1].

В данной системе аппаратная часть представлена цифровой видеокамерой, подключенной к персональному компьютеру, выполняющему роль вычислительного центра. Цифровая видеокамера крепится на потолке помещения и направляется на пол, это позволяет получить наиболее полную информацию о положении робота и окружающей его среды.

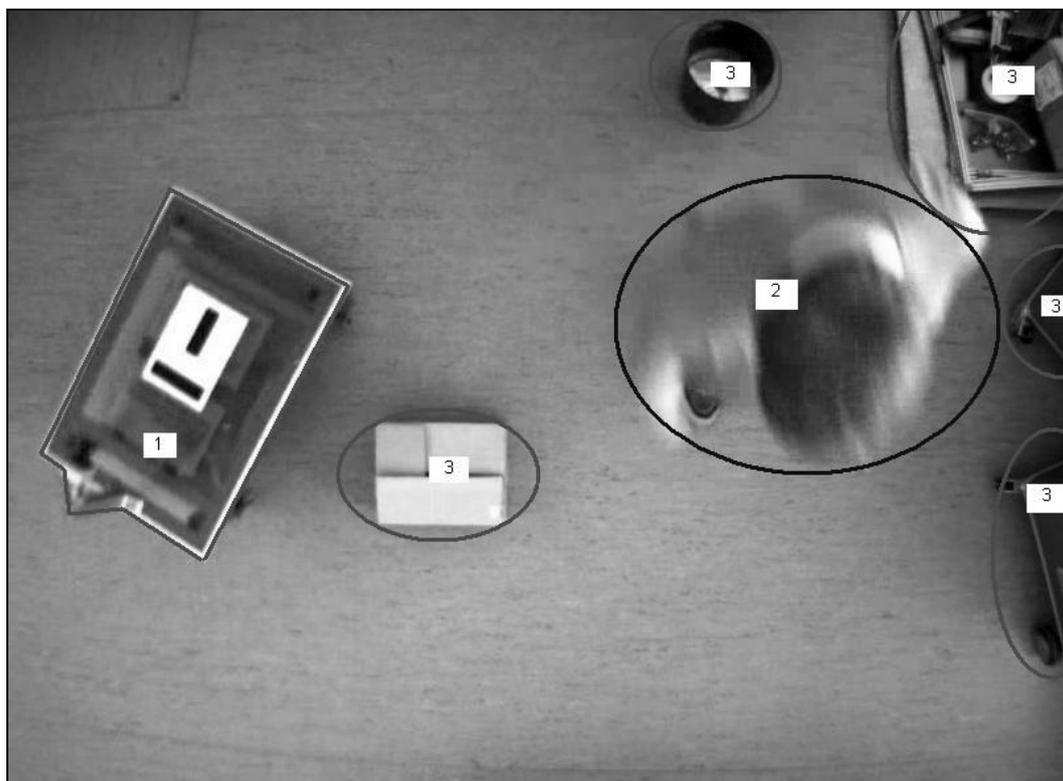
Программная часть системы состоит из модулей захвата видеоизображения, обработки кадров изображения и связи с мобильным роботом. Для реализации необходимого функционала программной части используется библиотека компьютерного зрения OpenCV v1.0.

Работа системы представляет собой цикл, состоящий из следующих фаз:

- 1) захват кадра из видеопотока, получаемого цифровой видеокамерой;
- 2) выделение объектов на кадре;
- 3) идентификация выделенных объектов;
- 4) расчет параметров движения объектов;
- 5) передача данных на модуль управления мобильным роботом.

Система также имеет стадию предварительной инициализации, состоящей из начального анализа сцены (под сценой понимается область пола, попадающая в поле зрения камеры, включающая все расположенные на ней объекты). Кадр, изображенный на рис. 1, содержит следующие классы объектов, пронумерованные соответствующими цифрами:

- 1) мобильный робот;
- 2) статическое препятствие;
- 3) динамическое препятствие.



**Рисунок 1 – Пример кадра, содержащего изображение сцены**

На этапе инициализации происходит сравнение первого полученного кадра с эталонным (изображение сцены без каких-либо объектов) для детектирования объектов, находящихся на сцене. При этом выполняется фильтрация теней, отбрасываемых объектами[2]. Для этого производится конвертация изображений из цветового пространства RGB в YUV. Производится попиксельный подсчет разницы между каналами U и V, отвечающими за цветность (Y отвечает за интенсивность), эталонного и полученного изображений(1). Выделенные объекты идентифицируются как статические препятствия.

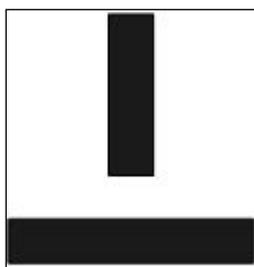
$$|U_i^0 - U_i^1| + |V_i^0 - V_i^1| \leq \alpha, \quad (1)$$

где  $U_i^0, V_i^0$  – значение составляющей U и V,  $i$ -го пикселя исходного изображения;  $U_i^1, V_i^1$  – значение составляющей U и V,  $i$ -го пикселя эталонного изображения;  $\alpha$  – пороговое значение, выбираемое эмпирически.

На этапе выделения объектов производится сравнение текущего кадра с предыдущим. На основе полученной разности производится выделение контуров с помощью метода библиотеки OpenCV cvFindContours[3], с последующим их сохранением для классификации и анализа в пунктах 3 и 4.

Этап идентификации включает в себя соотнесения объектов соответствующим классам. Классификация объектов проводится по наличию определенных признаков выявленных объектов, таких как способность к перемещению или наличие метки, указывающей на то, что объект принадлежит к классу «мобильный робот». Всего выделяется три класса: статическое препятствие, динамическое препятствие и мобильный робот. К классу «статическое препятствие» относятся все объекты, выделенные на этапе инициализации. В случае обнаружения перемещения эти объекты переходят в класс динамических препятствий. Под классом «динамическое препятствие» понимается любой объект, находящийся на сцене и способный к передвижению (человек; робот, не находящийся под управлением; автопогрузчик и т.д.). На объект класса «робот» наносится метка, используемая для распознавания управляемого мобильного робота, изображенный на рис. 2.

Также данная метка позволяет определить пространственную ориентацию управляемого мобильного робота.



**Рисунок 2 – Паттерн для распознавания управляемого робота**

Поиск и анализ метки происходит на этапе идентификации. Под анализом понимается вычисление ориентации метки, что позволяет определить ориентацию мобильного робота.

Также на этапе идентификации происходит соотнесение имеющихся объектов, с выделенными объектами на предыдущем этапе, добавление новых или удаление объектов, покинувших сцену. Соотнесение происходит путем оценки положения геометрического центра масс объектов в текущий и предыдущий момент времени.

На этапе расчета параметров движения происходит сохранение пути пройденного объектами, расчет таких параметров, как геометрический центр масс, угловая и линейная скорости (не проводится для статических препятствий).

Данные о состоянии сцены, положение и ориентация управляемого мобильного робота передаются на управляющей модуль автономного мобильного робота на этапе 5. Передача данных осуществляется по протоколу TCP/IP.

В данной статье описывается один из подходов решения задачи автоматизации управления автономным мобильным роботом. Данный метод имеет преимущество в виде высокой информативности получаемых данных, но в то же время не позволяет детектировать объекты малого размера (менее 3% от разрешения изображения). По причине многочисленных шумов, возникающих при получении и обработке изображения. Для решения этой проблемы возможно расширение системы путем комплектации цифровой видеокамерой мобильного робота и создании программного обеспечения, способного проводить дополнительный анализ среды, окружающей робота.

На данный момент разрабатывается программный модуль прогнозирования, позволяющий определять риск столкновения управляемого мобильного робота с объектами.

### Литература.

1. Воротников, С.А. Информационные устройства робототехнических систем / С.А. Воротников. – М.: Издательство МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2005.
2. Гаганов, В. Сегментация движущихся объектов в видео потоке / В. Гаганов, А. Конушин // Научно-популярный online-журнал Графика и Мультимедиа [Электронный ресурс]. – 2004. – Режим доступа к журн.: <http://cgm.computergraphics.ru/content/view/67>, свободный.
3. Gary Bradski and Adrian Kaehler. Learning OpenCV. – Published by O'Reilly Media, Inc., 1005 Gravenstein Highway North, Sebastopol, CA 95472, P. 234-240, 2008.

УДК 621.372.542, 625.13.08

## ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ДИНАМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ И УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ

*Касьяник В.В., Шуть В.Н.*

*УО «Брестский государственный технический университет», г. Брест*

Исследование и разработка проблем безопасности и автоматизации дорожного движения очень актуальна на сегодняшний день в Республике Беларусь.

Автоматизированные системы управления дорожным движением (АСУД) являются сложным комплексом технических средств и решений, обеспечивающим максимально возможные объемы сокращения транспортных задержек, повышение скоростей движения, увеличение пропускной способности дорог и уровня безопасности движения [1].

Перспективным направлением развития дорожного движения является улучшение качества использования проезжей части с помощью увеличения её загрузки и активного реагирования на изменение трафика дорожного движения, распределения потоков движения транспорта, а также мониторинга и сбора статистики для последующего анализа. Существует большое количество вариантов решения дорожной проблемы, однако наиболее эффективный метод решения данной проблемы - применение интеллектуальных систем, позволяющих автоматически оптимизировать дорожное движение. Перекрестки с использованием таких систем называются гибкими и характеризуются возможностью адаптации к изменениям параметров движения.

Гибкие системы, построенные на основе адаптивных алгоритмов, позволяют наиболее эффективно снижать задержки в узлах дорожной сети.

В такой гибкой системе ключевую роль играет получение точных данных о потоке транспортных средств. Существует множество подходов к получению таких данных, одним из современных и наиболее эффективных является применение в качестве датчиков видеокамер.

Применение видеокамеры позволяет определять плотность потока транспортных средств по полосам, скорость и принадлежность к определенному классу (легковые, грузовые, общественный транспорт), а также осуществлять видеообзор с любой выбранной камеры в реальном времени, проводить сбор и обработку накопленных данных, управлять областями детектирования.