

УДК 004.7

Ю.В. Литвинов, В.В. Мазулина, С.Н. Фролов

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург, Россия

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕБ-КАМЕРЫ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ПРЕПЯТСТВИЯ НА ПУТИ ДВИЖЕНИЯ МОБИЛЬНОГО РОБОТА

Выявление препятствия на траектории следования является важнейшей задачей при разработке систем управления движением автономного мобильного робота. При разработке навигационной системы мобильного wi-fi-робота мы также столкнулись с этой проблемой. Решение мы видели в разработке универсальной системы технического зрения. В работе рассматривается эффект возникновения помех в канале видеокamera-роутер и его использование для обнаружения препятствия и выработки алгоритма обхода этого препятствия.

**Ключевые слова:** система технического зрения, помехи, навигация.

### Введение

На сегодняшний день основной проблемой интеллектуальных мобильных роботов, передвигающихся без вмешательства человека в управление, остается навигация. При конструировании собственного робота нам тоже пришлось столкнуться с задачей разработки универсальной навигационной системы. Для начала нам было необходимо, чтобы робот умел самостоятельно определять свои координаты в пространстве и передавать их оператору на ПК. Отталкиваясь от этого, в дальнейшем можно будет выполнить одну из основных навигационных задач – построение карты местности.

Способов определения местоположения мобильного робота довольно много: по локальным координатам трех маяков, по двум маякам и компасу, с помощью GPS навигатора, энкодеров, системы технического зрения (СТЗ) и т.д. Так как у каждого метода есть определенная погрешность определения координат, то при выборе того или иного способа нужно руководствоваться задачей, которая стоит перед роботом. Выбирать систему GPS мы будем конкретно под уже разработанного нами робота, который представляет собой четырёхколесный мо-

бильный робот, управляемый через wi-fi. Итак, какой же мы видим работу нашего робота-машинки? Оператор, управляя дистанционно n-м количеством роботов через ПК, выводит их на определенную территорию, например автомобильную парковку, которую необходимо обследовать на наличие взрывчатого вещества. Затем, каждой машинке задаётся определенный маршрут (траектория) движения, который она обрабатывает, одновременно строя карту местности и корректируя траекторию своего движения при объезде препятствий.

### Результаты исследований

После построения мобильного робота (см. [1]) и выбора дальнейшей его задачи (автономное сканирование местности на наличие какого-либо предмета) перед нами встала главная проблема автономности робота – это объезд препятствий роботом. Из-за ограниченности бюджета выбор способа определения препятствия ограничился 2 способами: с помощью веб-камеры и с помощью ультразвукового датчика. Так как веб-камера нам нужна была также и для обзора того, что видит робот, мы взяли сначала ее. На рис. 1 представлена получившаяся в ходе разработки функциональная схема нашего робота.

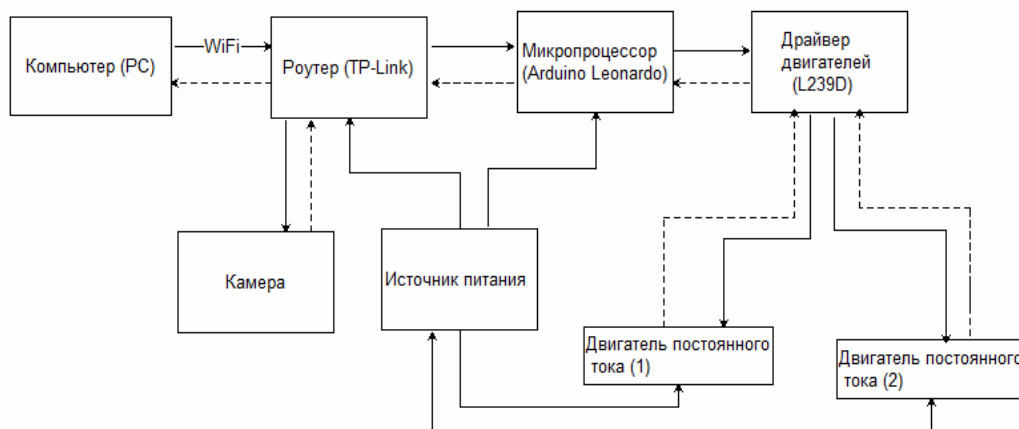


Рис. 1. Функциональная схема мобильного робота

Основным методом для определения местоположения робота является метод по маякам. Его суть заключается в том, что по периметру территории движения расставляются маяки с разной частотой испускаемого сигнала. Так как в нашем случае на обследуемой территории могут находиться препятствия, мешающие прохождению сигнала, то чем больше маяков будет расставлено, тем лучше. Маяки могут быть установлены как на этапе строительства парковки, так и смонтированы позже. На работе устанавливается вращающийся локатор, с помощью которого определяются углы между вектором скорости робота и направлением на каждый видимый маяк. Зная координаты маяков и углы на маяки относительно оси робота, можно рассчитать координаты робота, применив один из геометрических методов (например, метод окружностей).

Однако конкретно для нашей задачи использовать данный метод нецелесообразно, так как расстановка маяков, а так же их перенос требуют дополнительного времени, а так же дополнительного оборудования (локатора) и системы управления его вращением. Еще одним решением проблемы может стать использование GPS Shield Arduino.

GPS-модуль расширяет возможности Arduino, позволяя определять местоположение устройства. Модуль реализован посредством стандартного протокола передачи данных позиционирования NMEA через последовательный порт. GPS модуль определяет географические координаты, высоту над уровнем моря, скорость перемещения. Алгоритм подключения и работы GPS очень прост:

- 1) подключаем Glonass GPS shield с GPS приемником EM-406A к Arduino. На рис. 2 представлена схема используемого GPS shield;
- 2) подключаем GPS к компьютеру и заливаем программу, которая находится в свободном доступе.
- 3) спустя несколько секунд модуль начнет мигать светодиодом, что будет означать, что он перешел в рабочее состояние.

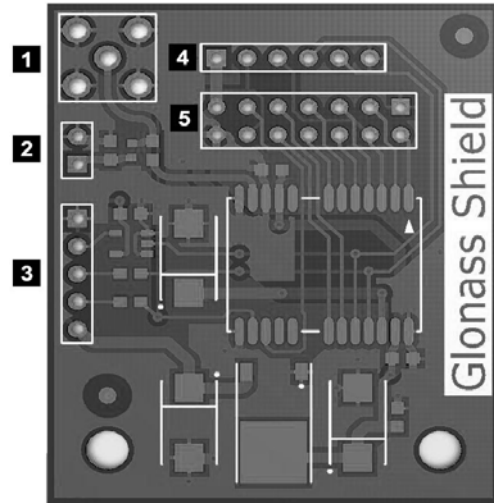


Рис. 2. Схема Glonass GPS shield

4) запустив терминал на компьютере можно будет увидеть показания, поступающие с Arduino.

На рис. 2: 1 – разъем для внешней антенны, 2 – питание для внешней антенны, 3 – контакты подключаемый к питанию (+5 в), 4 – контакты подключаемый к питанию (+3в), 5 – дополнительные интерфейсы. На рис. 3 представлена получившаяся функциональная схема после подключения Glonass GPS shield.

Однако использование Glonass GPS shield так же имеет свои недостатки. Самым главным из них является отсутствие возможности определения координат робота при работе на закрытой парковке. И вот, наконец, мы пришли к выводу, что использование системы технического зрения (СТЗ) будет наиболее удобным способом решения поставленной проблемы.

При создании адаптивных роботов весьма существенная роль среди возможных средств осязания отводится СТЗ, обеспечивающим восприятие видеoinформации об окружающей среде, автоматическую обработку и анализ изображений рабочих сцен в целях формирования команд управления роботом в процессе его работы [2].

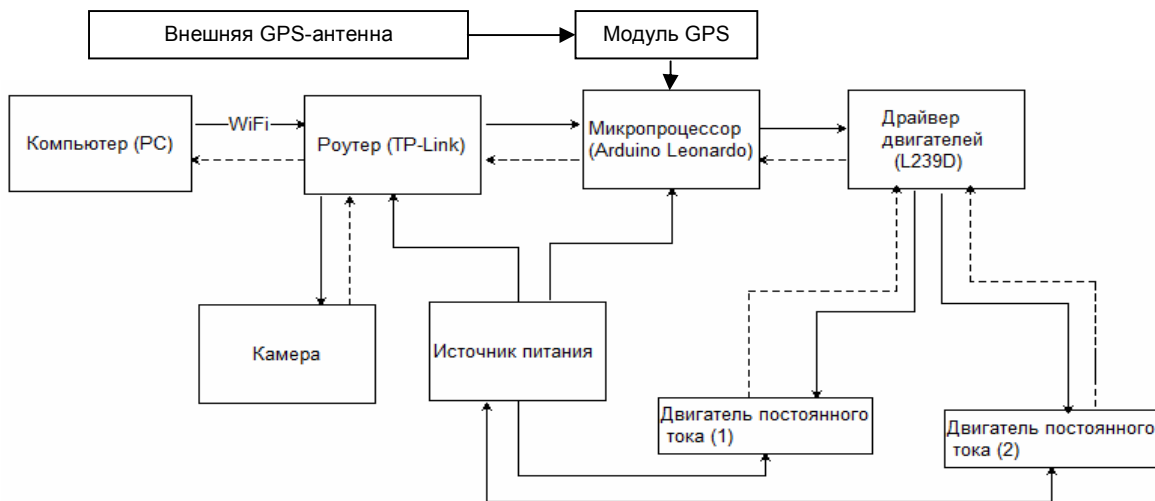


Рис. 3. Функциональная схема мобильного робота после подключения Glonass GPS shield

Адаптивні мобільні роботи, оснащені СТЗ, виконують характерні для робототехніки функціональні задачі, такі як: виявлення наявності об'єкта, вимірювання відстані до об'єкта, визначення фізичних характеристик випромінювання об'єкта, підрахунок кількості об'єктів і др. [3]. В нашій мобільній роботі використовується wi-fi роутер, який був переопрацьований альтернативною прошивкою. Ця переопрацьовка дала нам доступ до установки будь-яких пакетів (получився такий маломощний ПК на ОС Linux). В ході налаштування та підключення камери до роутера нами була виявлена одна дивна особливість цієї роботи, яку буде описано в цій статті.

Камера по usb підключена до роутера, а роутер по wi-fi передає зображення на комп'ютер. Так як роутер крім того, що передає відеопотік на комп'ютер, ще і отримує команди з комп'ютера для подальшої їх передачі на мікропроцесор, перед нами виникло питання про навантаження процесора

роутера. Тому потрібно було знайти оптимальне співвідношення якості відеопотоку та навантаження процесора. Для цього ми змінювали кількість кадрів в секунду (Frame Per Second, FPS). При зменшенні FPS зменшується навантаження на процесор роутера і збільшується затримка в відображенні відео на комп'ютері – це логічно. Але! Є одне «но». Якщо поставити частоту кадрів в межах від 5 до 12, то при зменшенні освітлення на камері з'являлися пошкодження. Навантаження на процесор при такій частоті становило 5 – 10%. При частоті кадрів 24 навантаження було 50% і жодних пошкоджень не спостерігалося. Отже, процесор роутера повністю справлявся з відеопотоком. Після деяких тестів стало зрозуміло, що справа все в зв'язці нашої камери та роутера. Ця особливість роботи такої зв'язки дала нам пошук її використання для визначення перешкоди перед роботом. На рис. 4 представлені результати роботи камери.

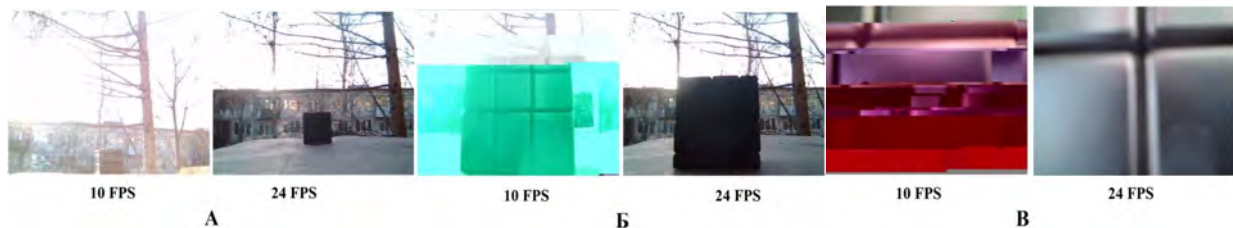


Рис. 4. Зображення з камери на різній відстані від перешкоди при частоті 10 і 24 кадра: А – далеко, Б – близько, В – впритык

Почти у кожного методу є свої недоліки. І наш випадок не виняток. Головною проблемою є те, що якщо перешкодою буде якийсь тонкий і довгий об'єкт, стоячий вертикально, то пошкодження почнуться тільки тоді, коли робот впритык під'їде до перешкоди. Ще одним недоліком можна назвати нестабільну роботу камери (іноді можуть проскакивати пошкодження навіть на високій частоті кадрів, але це буває досить рідко). В зв'язі з перерахованими вище недоліками передбачається використання зв'язки камери та ультразвукового датчика для кращого розпізнавання перешкод.

Виявлення перешкод буде відбуватися з допомогою програмного забезпечення ROS (Robot

Operation System) на операційній системі Linux, чим ми власне зараз і займаємося.

## Список літератури

1. Бушуев А.Б. Організація програмного руху мобільного робота при обході перешкод / А.Б. Бушуев, Ю.В. Литвінов, В.В. Мазуліна, С.Н. Фролов // *Современные тенденции в образовании и науке.* – 2013. – №7.
2. *Технічне зоріння роботів* / Б.І. Мошкін, А.А. Петров, В.С. Титов, Ю.Г. Якушенков. – М.: Машиностроєння, 1990. – 272 с.: іл. ISBN 5-217-00467-3.
3. Пью А. *Технічне зоріння роботів: пер. з англ.* / А. Пью. – М.: Машиностроєння, 1987. – 320 с.

Поступила в редакцію 27.07.2013

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. С.М. Порошин, Національний технічний університет «ХПІ», Харків.

## ВИКОРИСТАННЯ ВЕБ-КАМЕРИ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ПЕРЕШКОДИ НА ШЛЯХУ РУХУ МОБІЛЬНОГО РОБОТА

Ю.В. Літвінов, В.В. Мазуліна, С.Н. Фролов

*Виявлення перешкоди на траєкторії проходження є найважливішим завданням при розробці систем управління рухом автономного мобільного робота. При розробці навігаційної системи нашого мобільного wi-fi робота ми також зіткнулися з цією проблемою. Рішення ми бачили в розробці універсальної системи технічного зору. У роботі розглядається ефект виникнення перешкод в каналі відеокамера-роутер і його використання для виявлення перешкоди і вироблення алгоритму обходу цієї перешкоди.*

**Ключові слова:** система технічного зору, перешкоди, навігація.

## USE OF WEBCAM FOR OBSTACLE DETECTION ON THE WAY OF MOBOT MOTION

Yu.V. Litvinov, V.V. Mazulina, S.N. Frolov

*A detection of obstacle at the motion trajectory is a major problem at development of motion control system for autonomous mobot. At development of navigation system of our wi-fi mobot we also ran into this problem. We saw a decision in development of the universal system of technical sight. The interference appearance in the 'video camera to router' channel in close proximity to obstacle is examined as well as its use for detecting an obstacle and development of roundabout way algorithm.*

**Keywords:** system of technical sight, interference, navigation.