

УДК 004.81+004.932.2+004.93'1

Д. Ю. Бровкина, А. О. Кравецкий, В. А. Краснокутский
Донецкий национальный технический университет, г. Донецк
кафедра компьютерной инженерии

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО РОБОТА С РЕАЛИЗАЦИЕЙ ВИЗУАЛЬНОГО ОБХОДА ПРЕПЯТСТВИЙ

Аннотация

Бровкина Д.Ю., Кравецкий А.О., Краснокутский В.А. Разработка мобильного робота с реализацией визуального обхода препятствий. Рассмотрены вопросы построения мобильного робота с одиночной камерой в качестве датчика для обхода препятствий, варианты реализации алгоритмов обхода препятствий с использованием одиночной камеры.

***Ключевые слова:** подвижный объект, Wi-Fi, IP-камера, обход препятствий, мобильный робот, удаленное управление.*

Постановка проблемы. В настоящее время существует огромное количество методов и алгоритмов определения препятствий, однако основным недостатком большинства методов является то, что почти все методы требуют определенной аппаратуры, к примеру, различных датчиков. Различные методы требуют различного набора датчиков. Современной тенденцией является исследование применения таких технологий, которые позволили бы реализовывать процессы так, как их выполняет человек. Это в первую очередь касается и методик обхода препятствий. Реализация методов компьютерного зрения для определения препятствий является сложной задачей. Совершенно недостаточно присоединить видеокамеру к компьютеру и рассчитывать, что такая установка будет «видеть», а тем более реагировать на окружающие препятствия.

Анализ литературы. Проведен анализ различных алгоритмов определения препятствий посредством обработки видеопотока, проведен анализ беспроводных технологий для передачи видеопотока в беспроводной среде.

Цель статьи. На основе проанализированных методов разработать алгоритм определения препятствий при помощи одной видеокамеры, размещаемой на мобильном роботе. Подобрать минимальный набор аппаратных средств для реализации мобильного робота.

Постановка задачи исследования. Первой задачей исследования является разработка минимальной структуры для реализации автономного робота.

Второй задачей исследования является реализация алгоритма обхода препятствий с помощью компьютерного зрения, для чего было

проанализировано ряд статей, посвященных разработке подобных алгоритмов.

Решение задачи.

Прежде чем определиться с набором аппаратуры, необходимо выяснить какие функции будет выполнять данный мобильный робот. Мобильный робот должен выполнять следующие тривиальные функции:

- передвигаться в пространстве;
- не причинять вред человеку своим действием или бездействием;
- выполнять все, что прикажет человек, если это не идет в разрез с предыдущим пунктом;
- заботится о своей сохранности, если это не противоречит двум предыдущим пунктам.

Последние три пункта представляют собой три закона робототехники, сформулированные А. Азимовым [4]. Хотя данные законы являются плодом научной фантастики, они действительно соответствуют тому, чего создатель ожидает от робота. В контексте данного исследования второй закон робототехнике соответствует тому, что робот должен принимать и корректным образом обрабатывать команды оператора, в том числе и команды, относящиеся к передвижению робота в пространстве. Третий закон соответствует тому, что при движении в пространстве робот должен избегать столкновений с препятствиями. В контексте данного исследования не будут рассматриваться вопросы безопасности здоровья оператора, однако при разработке мобильного робота необходимо обязательно учитывать этот фактор что и отражено в первом законе.

В данном исследовании основной частью платформы является видекамера, с помощью которой робот сможет передавать видеопоток оператору.

В связи с этими требованиями был составлен четкий список средств, необходимых для создания простого мобильного робота для данного исследования:

1. Подвижная платформа.
2. Датчики для определения препятствий.
3. Приемопередатчик для передачи информации о состоянии мобильного робота и команд мобильному роботу от оператора.
4. Устройство управления роботом, которое будет располагаться на подвижной платформе и обрабатывать команды оператора и формировать сообщения о текущем состоянии.
5. Рабочая станция оператора.
6. Устройство наблюдения за роботом.

В качестве рабочей станции оператора возможно использовать как ПК, так и мобильное устройство (планшет, смартфон).

В настоящее время для обхода препятствий широко используются различные датчики: датчики освещенности, датчики давления, различные

звуковые и ультразвуковые системы [2]. Опишем вкратце методику определения препятствия некоторыми видами датчиков.

Светочувствительный датчик определяет наличие близко расположенного объекта, реагируя на свет, отраженный от этого объекта. Если интенсивность отраженного света превышает некоторое пороговое значение, то робот «знает», что поблизости что-то находится. Недостатки проявляются при направлении датчика на солнечный свет.

Ультразвуковой датчик требует более сложных электронных схем, однако на него не влияет освещение. К достоинствам относится возможность запрограммировать на измерение расстояния, благодаря чему робот может распознавать обстановку и обходить преграды.

В данном исследовании обход препятствий реализуется с использованием только видеопотока, поэтому в качестве датчиков используется видекамера. Вариантов обработки видео для определения препятствий два:

1. Поток обрабатывает непосредственно бортовой компьютер робота. В виду этого случая необходим мощный микроконтроллер или микрокомпьютер.
2. Поток транслируется на рабочую станцию оператора. После анализа рабочая станция формирует команду и передает ее роботу.

Ввиду того, что алгоритм обработки видеопотока еще на стадии разработки и в ходе исследования будет подвержен модификациям, поэтому пока точно нельзя определить, какая мощность рабочей станции необходима для его реализации, было решено использовать второй вариант. Значительным преимуществом этого выбора является то, что мобильный робот не нуждается в мощном бортовом компьютере, а следовательно можно обойтись микроконтроллером семейства ATtiny или ATmega фирмы Atmel.

После анализа различных вариантов передачи видеопотока для обеспечения максимального радиуса действия выбран стандарт Wi-Fi. Чтобы не нагружать Wi-Fi модуль бортового компьютера, используется IP-камера с возможностью передачи видео по беспроводному каналу. Общая структура разрабатываемой системы приведена на рисунке 1.

По определению мобильный робот должен уметь двигаться вперед-назад, поворачивать влево-вправо, обнаруживать и обходить препятствия без посторонней помощи [1]. Под этим подразумевается, что оператор не должен явно указывать, когда необходимо выполнять обход препятствия, он должен только задавать направление движения, а выводы о том, следует ли выполнять обход, система должна формировать автоматически.

Алгоритмы, предназначенные для обхода роботом препятствий в трехмерном пространстве, можно разделить на несколько классов: гипотеза-тест; штрафная функция; метод скелетирования; нечеткая логика, нейронные сети, генетические алгоритмы [3].

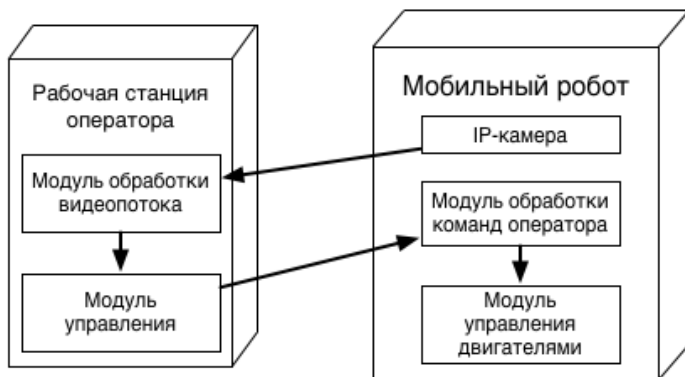


Рисунок 1. Общая схема собираемого устройства.

Для применения перечисленных методов в основном используются показатели датчиков расстояния, поэтому они не подходят для применения при обходе препятствий с помощью только видеопотока. Иное дело компьютерное зрение, которое позволяет обнаруживать препятствия, базируясь на использовании обработки изображений. Недостатками применения компьютерного зрения в сравнении со стандартными способами определения препятствий являются необходимость в больших вычислительных мощностях и относительная дороговизна камер. Однако при использовании достаточно эффективного алгоритма обработки видеоряда можно обойтись и одной камерой.

Анализ литературы, посвященной разработке методов обхода препятствий с помощью обработки видеопотока, показал, что в основном используются следующие основные методики:

- определение краев объектов на изображениях и на основании этих данных формирование выводов о близости препятствий [6];
- слежение за изменением яркости [7];
- опознавание объектов по цвету и формирование выводов о близости препятствий.

Также важно формировать какую-либо модель окружающего мира для сохранения информации о ближайших объектах, чтобы робот мог не сталкиваться с ними, когда они выходят из поля зрения камеры. Например, Скотом Ленсером и Мануэллой Велосо из университета Карнеги Меллона была разработана радиальная модель. Данная модель сохраняется в памяти робота и содержит информацию об объектах окружающей среды, при этом сохраняется информация только о ближайших объектах, за счет чего робот может ехать в любом направлении и избегать препятствий, если только не появились новые препятствия за то время, пока область не была в зоне видимости. В данной разработке распознавание препятствий происходит за счет анализа цветов

объектов. Единственным недостатком такого метода является невозможность определения препятствия того же цвета, что и пол [5].

На основании изученной литературы, был разработан алгоритм движения робота. Перед приведением алгоритма следует упомянуть, что камера закреплена на роботе жестко.

- В дискретные моменты времени (величина временного отрезка зависит от скорости движения робота, что накладывает ограничение на скорость) обрабатывается кадр на предмет наличия препятствия. Препятствие определяется по цвету и по границам.

- Если препятствие находится на расстоянии не большем, чем половина длины робота, то робот меняет направление и едет вдоль препятствия пока оно не закончится, при этом робот запоминает в какую сторону отклонился от курса и просчитывает расстояние отклонения.

- Когда робот обойдет препятствие, он восстанавливает направление движения в сторону цели. Иначе возвращаемся к предыдущему пункту.

Вывод. В данной статье приведен минимальный перечень аппаратуры для управления и слежения за мобильным роботом. Рассмотрены источники, объясняющие специфику обхода роботом препятствий при помощи одиночной камеры. На основании изученной литературы предложен алгоритм поиска и обхода препятствий.

Список литературы

1. Бишоп О. Настольная книга разработчика роботов – К.: «МК Пресс» СПб «КОРОНА-ВЕК», 2010 – 404 с.
2. Ловин Дж. Создаем робота-андроида своими руками – М.: «ДМК-Пресс», 2007 – 312 с.
3. Бровкина Д.Ю. Разработка алгоритма обхода препятствий для мобильного управляемого робота / Бровкина Д.Ю., Приходько Т.А. – Інформаційні управляючі системи та комп'ютерний моніторинг (ІУС КМ - 2013) : IV Всеукраїнська науково-технічна конференція студентів, спірантів та молодих вчених, 24-25 квітня 2013 р., м.Донецьк зб. доп. / Донец. націонал. техн. ун-т; редкол. В.А. Світлична. – Донецьк: ДонНТУ, 2013. – В 2 тт. - Т.1. 765 с. 415-421.
4. Азимов А. Три закона роботехники – М.: «МИР», 1970 – 173 с.
5. Visual Sonar: Fast Obstacle Avoidance Using Monocular Vision/ Интернет-ресурс. - Режим доступа: [www/ URL: http://www.cs.cmu.edu/~mmv/papers/03iros-sonar.pdf](http://www.cs.cmu.edu/~mmv/papers/03iros-sonar.pdf) - Загл. с экрана.
6. Optical Flow based robot obstacle avoidance/ Интернет-ресурс. - Режим доступа: [www/ URL: http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/4206.pdf](http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/4206.pdf) - Загл. С экрана.
7. A Simple Interface for Mobile Robot Equipped with Single Camera using Motion Stereo Vision/ Интернет-ресурс. - Режим доступа: [www/ URL: http://www.ijmlc.org/papers/204-L293.pdf](http://www.ijmlc.org/papers/204-L293.pdf) - Загл. с экрана.