

МОДУЛЬ ОБНАРУЖЕНИЯ И СОПРОВОЖДЕНИЯ ПОДВИЖНОГО ОБЪЕКТА

*А.Е. Никифоров**, *К.А. Марьясов***

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

* – АО «Конструкторское Бюро Специального Машиностроения»
(АО «КБСМ»)

** – ООО «Автономные системы»

Рассматривается реализация модуля обнаружения и сопровождения подвижного объекта. Приводятся этапы разработки, методы, инструменты. Затрагиваются вопросы актуальности создания подобных устройств и их применения.

Ключевые слова: видеонаблюдение, обнаружение, сопровождение, следающий привод, объект интереса.

Введение. Современное развитие вычислительной техники, робототехники подразумевает под собой появление новых образцов сенсорных систем, необходимых для полноценного восприятия внешнего мира и общения с ним. Известно, что человек большую долю информации воспринимает через оптический канал глазами. Отсюда понятным становится и желание человека снабдить создаваемые им устройства средствами сенсорики, передающими сигнал в привычном и понятном человеку виде – в оптическом спектре. Получение изображений давно не вызывает ни у кого вопросов – для этого созданы различные фото/видеоприемники, на сегодняшний день настолько совершенные, что при своих миниатюрных размерах (меньше человеческого глаза) позволяют получать снимки и видеоряды высочайшего качества. Иначе дело обстоит с распознаванием (пониманием) вычислительной техникой полученных изображений, а оно крайне необходимо, например, при автономной работе какого-либо робототехнического устройства. Распознавание и анализ изображений позволяют решать задачи навигации и ориентации, выделения объектов интереса и слежения за ними, определения характеристик объектов изображений, статистики и др.

При этом фиксированное расположение фото/видеоприемника на робототехническом устройстве не всегда эффективно, зачастую необходимо наводить камеру на объект интереса в широком диапазоне углов, следовательно, требуется совмещение камеры с приводом, позволяющим ее переориентирование. Отсюда возникает задача создания устройств видеонаблюдения с возможностью перемещения видеоприемника. Такие устройства могут использоваться как самостоятельно, так и в составе других устройств. Актуальность их создания и исследований в этой области очевидна, особенно в России, когда вопрос конкурентоспособности и отставания от лидеров индустрии вычислительной и робототехники стоит очень остро. В свою очередь для создания вышеупомянутых устройств необходим комплексный подход и определенные компетенции, так как задача затрагивает различные области науки и техники и знаний в одной из областей, например, в механике, недостаточно, необходимы знания оптики, электроники, теории автоматизированного управления, теории обработки и распознавания изображений.

Авторами проведена работа по созданию прототипа модуля обнаружения и сопровождения подвижного объекта. Модуль является устройством видеонаблюдения с возможностью распознавания объекта интереса и наведения на него видеоприемника в соответствии с его (объекта) положением, относительно координат изображения.

1. Постановка задачи

Задачу проектирования модуля обнаружения и сопровождения подвижного объекта стоит условно разделить на несколько подзадач проектирования:

1. электромеханического привода (носителя видеоприемника);
2. системы формирования изображения и его распознавания;
3. системы управления приводом.

Рассмотрим каждую из подзадач в отдельности.

1. Электромеханический привод (ЭП).

ЭП должен представлять собой механическое устройство, снабженное исполнительными механизмами, для обеспечения возможности наведения видеоприемника как минимум в двух направлениях, при условии его размещения на неподвижном основании. Наиболее подходящей схемой такого устройства является карданов подвес [1].

2. Система формирования изображения и его распознавания (СФИР).

СФИР должна являться аппаратно-программным комплексом и состоять из видеоприемника, вычислительного устройства и программы распознавания изображения, позволяющей в видеопотоке выделять объект интереса и выдавать его координаты в системе координат изображения для использования их системой управления приводом.

3. Система управления приводом (СУП).

СУП должна являться аппаратно-программным комплексом, состоящим из вычислительного устройства и программы управления. СУП должна выполнять связующую функцию между ЭП и СФИР, то есть получать значения координат объекта интереса от СФИР и выдавать обратно пропорциональные сигналы управления на ЭП для обеспечения слежения за объектом интереса.

2. Этапы реализации

Следуя вышесказанному, приняты следующие организационно-технические решения:

- проектирование модуля разделить на три независимых этапа разработки составных частей ЭП, СФИР и СУП;
- разработку ЭП производить в CAD системе SolidWorks с последующей печатью моделей средствами 3D печати по технологии FDM – самой дешевой из существующих и с удовлетворяющей точностью [2]. В качестве исполнительных элементов использовать сервоприводы, имеющиеся в широком ассортименте на рынке изделий для технического творчества;
- разработку алгоритмов СФИР и СУП реализовать с использованием системы инженерных расчетов и одноименного языка программирования MATLAB;
- в качестве аппаратной составляющей СФИР использовать персональный компьютер;
- в качестве аппаратной составляющей СУП использовать персональный компьютер и общедоступную и открытую платформу Arduino.

Ниже на рис. 1 приведена принципиальная схема модуля обнаружения и сопровождения подвижного объекта, обобщающая пункты 1 и 2 данной статьи.

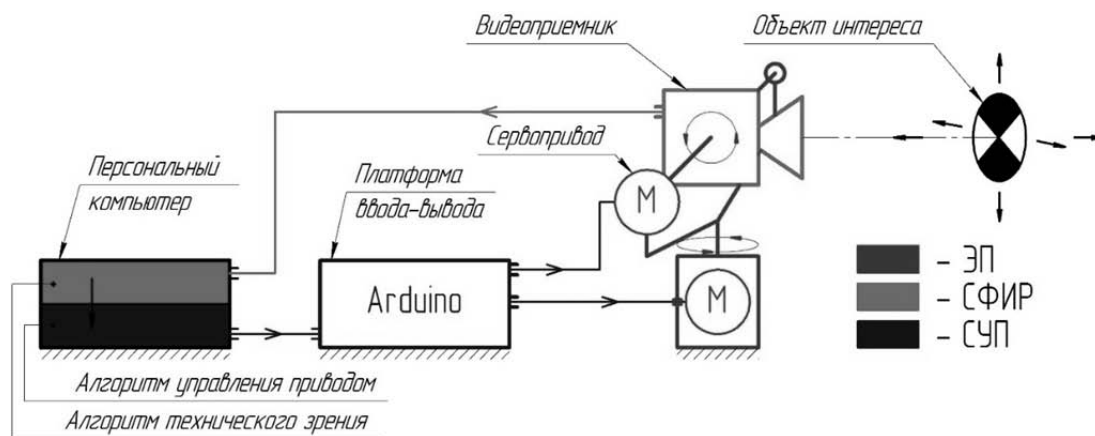


Рис. 1. Принципиальная схема модуля обнаружения и сопровождения подвижного объекта

3. Результаты реализации

3.1. Разработка и реализация СФИР

В качестве видеоприемника применена имеющаяся в наличии веб-камера бытового применения Trust WB-5400 с разрешением 1280x1024 пикс, рис. 2. На камеру возлагается задача фиксации изображения и его передачи на персональный компьютер с последующей обработкой оригинальным алгорит-

мом распознавания, реализованном в среде MATLAB, рис. 3. Алгоритм распознавания работает по следующему принципу. На изображении выделяются границы всех попадающих в поле зрения камеры объектов и селектируются по геометрической форме и размеру [3]. За объекты интереса принимаются круглые объекты с максимальной площадью. На объекте выделяется его центр. Далее выводятся значения рассогласования между центром объекта и центром изображения, которые впоследствии передаются в СУП для осуществления его уменьшения посредством ЭП. Достаточно простой критерий селекции выбран для осуществления оперативности реализации и изучения основ распознавания изображений, в дальнейшем планируется усложнение алгоритма для выделения более сложных объектов и повышения надежности селекции.



Рис. 2. Веб-камера Trust WB-5400

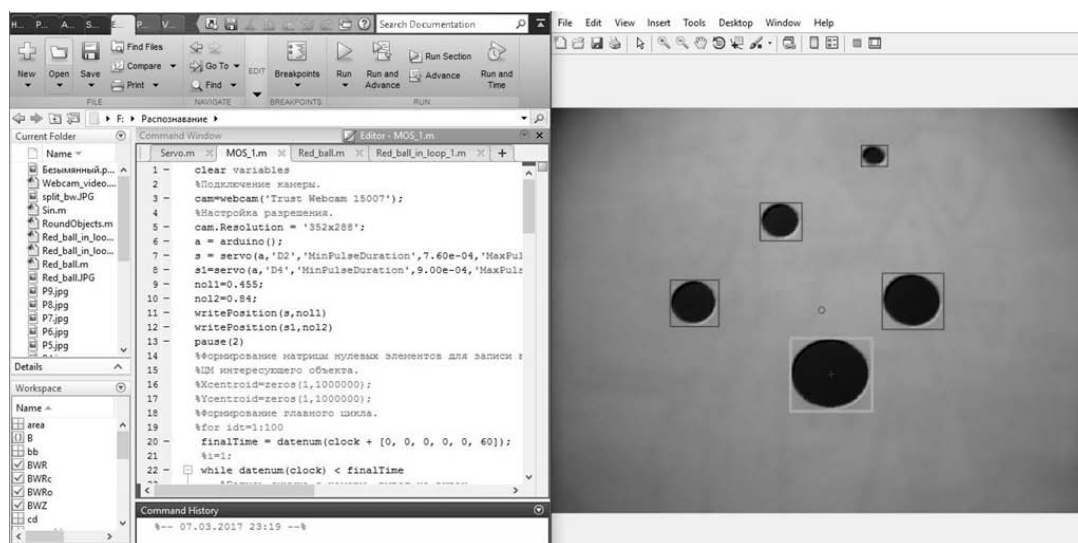


Рис. 3. Алгоритм распознавания. Графический вывод объекта интереса

3.2. Разработка и изготовление ЭП

Электромеханический привод разработан под крепление видеоприемника с возможностью его перемещения в двух взаимно перпендикулярных плоскостях с помощью сервоприводов, входящих в состав ЭП. Изображение трехмерной модели, разработанной в системе SolidWorks, представлено на рис. 4. По окончании разработки конструкции привода осуществлено его изготовление. Изготовление оригинальных деталей велось на 3D принтере Prusa i3 бытового класса. Изображение готового прототипа представлено на рис. 5.



Рис. 4 Трехмерная модель модуля



Рис. 5 Прототип модуля

3.3. Разработка и реализация СУП

Система управления приводом состоит из аппаратной и программной частей. Программная часть выполнена в среде MATLAB, она обрабатывается в персональном компьютере и передает управляющие сигналы на ЭП через платформу Arduino, которая, в свою очередь, является транслятором сигналов и платой подключения сервоприводов.

На настоящий момент подтверждено взаимодействие СУП и СФИР в соответствии с замыслом – совокупность систем СФИР, СУП и ЭП являются следящим приводом, видеоприемник наводится на объект интереса, но быстродействие и точность низки. Авторам ясны причины низкой эффективности, дальнейшая работа будет направлена на совершенствование алгоритма работы СУП.

Выводы. В результате проведенной работы получен большой научно-практический опыт создания комплексных устройств, являющих собой совокупность систем различных научно-технических областей. В данной работе применены современные инструменты разработки: система автоматизированного проектирования, среда программно-математического обеспечения, программные и аппаратные продукты прототипирования, что позволило в кратчайший срок получить готовую реализацию. В дальнейшей работе планируется развитие полученного модуля, его характеристик, конструкции, алгоритмов. Предполагается изготовление нескольких модификаций, под различную навесную аппаратуру. Одним из ближайших направлений модификации видится возможность адаптации модуля под систему объемного машинного зрения, для получения возможности оценки расстояний до объектов интереса.

Литература

1. Ривкин С.С. Стабилизация измерительных устройств на качающемся основании / Главная редакция физико-математической литературы. М.: Наука, 1978. 320 стр.
2. Моделирование методом наплавления [Электронный ресурс].
URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Моделирование_методом_наплавления/
3. В.Т. Фисенко, Т.Ю. Фисенко, Компьютерная обработка и распознавание изображений: учеб. пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2008. –192 с.