

РАЗРАБОТКА БЛОЧНО-МОДУЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

А.В. Кычкин, С.А. Артемов, В.А. Власов

*ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»
aleksey.kychkin@gmail.com*

Аннотация

Предложен подход к блочно-модульной организации структуры робототехнической системы на примере мобильной интеллектуальной платформы. Представлены конструктивные решения мобильной платформы, ориентированной на проведение лабораторных исследований систем управления подвижными роботами. Работа выполнена в соответствии с государственным заданием (заказ-наряд 1047) по теме «Создание мобильной интеллектуальной платформы на базе технологии виртуальной реальности, элементов и систем управления, пригодных для эксплуатации в экстремальных условиях внешней среды».

Ключевые слова: робототехническая система, блочно-модульная структура, система управления.

DEVELOPMENT OF THE BLOCK-MODULAR ROBOTIC SYSTEM FOR LABORATORY RESEARCHING

Kychkin A.V., Artemov S.A., Vlasov V.A.

*Perm National Research Polytechnic University
aleksey.kychkin@gmail.com*

Abstract

The modular structure of the organization of the robot system on the example of mobile intelligent platform is proposed. Presented designs of mobile platforms focused on laboratory researching for mobile robots control systems. The work is executed in accordance with the state of reference (work order in 1047) on the topic "Creating a mobile intelligent platform based on virtual reality technology, components and control systems suitable for use in extreme environmental conditions".

Key words: robotic system, the block-modular design, control system.

Введение

На сегодняшний день направление робототехники становится наиболее популярным и актуальным в различных направлениях хозяйственных сфер общества. Замена людей роботами набирает темпы и обуславливается несколькими положительными моментами: защитой человека от опасных воздействий среды, повышением производительности участка или конвейера, снижением фактора риска, где внимание человека играет наиважнейшую роль, снижением стоимости и повышением качества продукции. Однако применение робототехнических систем имеет так же и отрицательные моменты, это увеличение уровня безработицы, усложнение обслуживания технологических линий, дороговизна оборудования по сравнению с человеческими затратами, потребность в высоко квалифицированном персонале. И хотя роботизированные системы имеют множество недостатков, достоинства сполна их перекрывают, а общество стремится уменьшить негативные факторы применения данных систем.

Одна из проблем применения робототехнических систем – необходимость в высоко квалифицированных кадрах при проектировании, наладке, обслуживании и эксплуатации систем. На сегодняшний день в России большинство технических вузов не имеет кафедр робототехники, а вся работа производится на смежных кафедрах информационных технологий и автоматизации технологических процессов, при этом первая кафедра занимается программным обеспечением, а вторая техническим обеспечением таких систем. Таким образом, студенты получают разобщенные знания в данной сфере, а предприятиям необходимо производить обучение специалиста за свой счет.

Для подготовки полноценного специалиста в сфере роботизированных систем, мы разработали и описали в данной статье блочно-модульную конструкцию робототехнической системы, целью которой является подготовка студента по двум направлениям, первое это разработка и применение программного обеспечения, второе проектирование и техническая реализация робототехнической платформы.

Постановка задачи создания робототехнической системы для лабораторных исследований

Для подготовки конкурентоспособного специалиста в сфере робототехники, необходимо дать общее представление о принципах построения данных систем, обучить его проектированию программного и технического обеспечения, наладке готовой модели системы, обслуживанию и эксплуатации. Таким образом, в процессе разработки робототехнической системы для лабораторных исследований мы задались следующими целями:

1. Необходимо разработать гибкую, легко трансформируемую ро-

бототехническую систему на основе блочно-модульного принципа.

2. Привести методические указания для проведения работ по сборке и наладке технической системы.

3. Привести методические указания по программированию различных уровней роботизированной системы.

На основании поставленных целей, для разработки системы, были поставлены следующие задачи:

1. Разработка общей физической структуры системы.

2. Разработка общей логической структуры обмена информацией.

3. Выбор возможных вариантов применимых модулей системы.

4. Разработка полезных физических структур на основе блоков и модулей.

5. Разработка физической модели роботизированной системы.

6. Разработка принципов реализации программного управления.

Конструктивное решение робототехнической системы

Проектирование физической структуры является важным этапом разработки робототехнической системы. Здесь должны быть учтены интересы предприятий, исследовательских организация, а так же интересы обучаемых студентов. Физическая реализация должна отвечать следующим требованиям:

1. Мобильная и самодостаточная организация структуры.

2. Автономность и управляемость.

3. Применимость в небольших помещениях.

4. Гибкость к конструкционным изменениям и дополнениям.

5. Удобство для монтажа и наладки модулей.

6. соответствие требованиям безопасности.

7. Простота в изготовлении и низкая стоимость.

После широкого исследования возможных реализаций роботизированных мобильных платформ и их сравнения была выбрана полноприводная платформа с приводом на два колеса с обеих сторон (рис. 1, рис. 2). Платформа имеет два двигателя. За счет этого возможно выполнение танкового разворота, кроме того на колесах имеются специальные резиновые кольца, которые улучшают проходимость платформы и подъем по скользкой поверхности под углом до 30°.

Для удовлетворения вышепоставленных требований в проекте было решено применить 3D моделирование платформы с последующим изготовлением на 3D принтере. Применение данного принтера позволяет добиться изготовления сложных деталей с изначально учтенными особенностями, кроме того моделирование платформы на компьютере значительно ускоряет и наглядно показывает изготовленные модели.

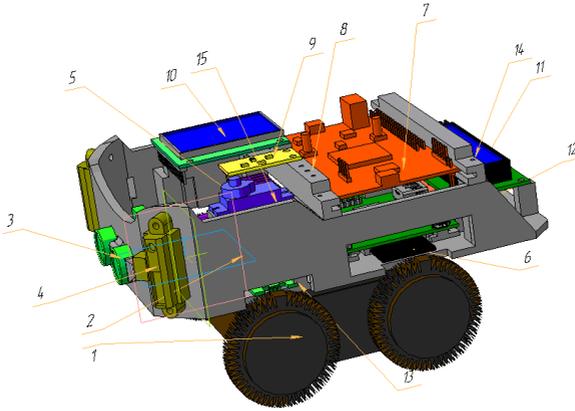


Рис. 1. Конструкция мобильной платформы. Вид спереди

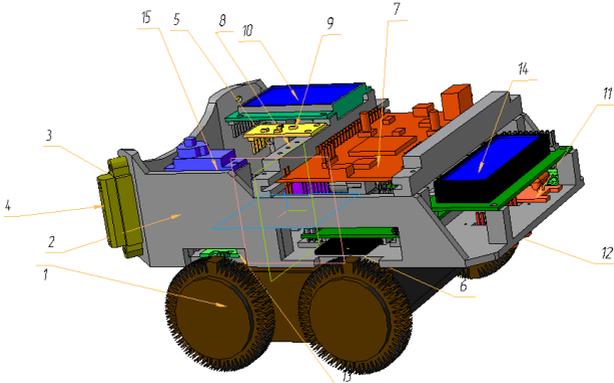


Рис. 2. Конструкция мобильной платформы. Вид сзади

Модель платформы изображена на рис. 1. Здесь можно увидеть следующие элементы: снизу расположена четырех колесная база - 1 с отсеками для батарей, спереди корпуса - 2 расположены датчики расстояния 3 - ультразвуковой датчик, 4 - ИК датчик; внутри расположен драйвер управления двигателями – 5; на платформе внизу расположена плата Raspberry pi – 6; сверху с помощью стоек закрепляется плата Discovery – 7; на стойке расширения - 8. расположены дополнительные датчики - 9 и цветной tft дисплей - 10; в задней части конструкции располагаются датчик вибрации -11, датчик цвета -12; кроме того для отслеживания скорости вращения колес предусмотрены датчики холла с магнитными метками – 13; для отображение текущей информации предусмотрен двухстрочный LCD дисплей - 14; в верхней части кор-

пуса предусмотрен держатель для сервопривода, сервопривод - 15, в свою очередь, предназначен для поворота камеры или ультразвукового датчика.

Структура роботизированной системы

Блочная (логическая) структура лабораторной платформы представлена на рис. 3.

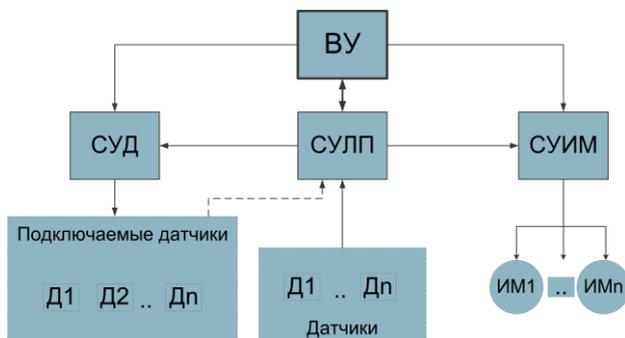


Рис.3 Блочная (логическая) структура лабораторной платформы

На рис. 3, помимо бортового управления лабораторной платформой (ЛП), показана возможность внешнего управления (ВУ), которое может осуществляться ПК, ПЛК, мобильным телефоном, планшетом и т.д.

Система управления лабораторной платформой (СУЛП) решает задачи связанные с коммуникацией и управлением ЛП, например, такие как приём и обработка сигналов с ВУ, отправка управляющих сигналов в систему управления исполнительными механизмами (СУИМ), подача сигналов на включение или отключение датчиков (Д) для системы управления датчиками (СУД). СУИМ решает задачи связанные с управлением приводами, например, ограничение скорости вращения колес и рывка. СУД решает задачи включения или отключения датчиков, в зависимости от сигналов управления поступающих с СУЛП или ВУ.

ЛП содержит несколько наборов датчиков: стандартный набор датчиков и набор подключаемых датчиков. К стандартному набору относятся датчики необходимые для поддержания работоспособности ЛП (например, датчик заряда батареи) и её исполнительных механизмов (ИМ) (например, энкодер). Набор подключаемых датчиков формируется в зависимости от задач, поставленных при исследовательской деятельности.

С учётом поставленных целей и задач, также взяв во внимание логическую структуру ЛП, построим структурную (модульную) схему

лабораторной платформы (рис. 4), содержащую Д – датчик; МПД – модуль подключаемых датчиков; БД – блок двигателя; ДР – драйвер двигателя; Двиг. – двигатель; ДТ – датчик тока; ЭН – энкодер.

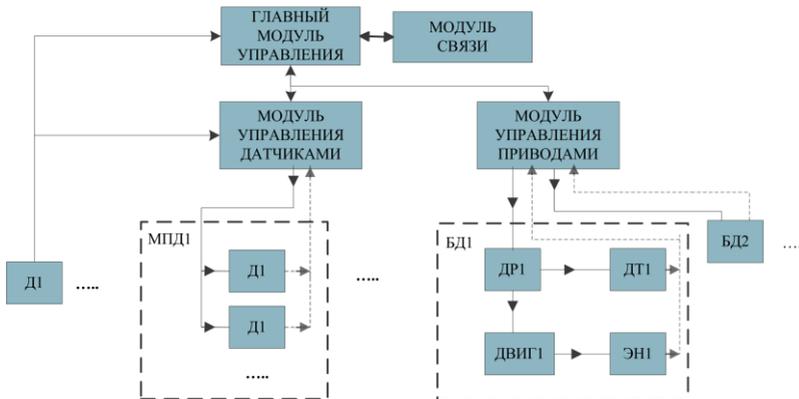


Рис. 4 Структурная схема лабораторной платформы

Возможные решения функциональных структур робототехнической системы

Применение блочно-модульной структуры обеспечивает ряд преимуществ, во-первых, это быстрая замена модулей, во-вторых, возможность сопряжения модулей между собой без дополнительных преобразовательных устройств и, в-третьих, возможность получать различные структуры роботизированной системы путем изменения схем включения модулей. Здесь приведены примеры блок-схем, реализующие простые функции передвижения, распознавания и телеметрии окружающей среды, которые возможно реализовать на данной роботизированной системе.

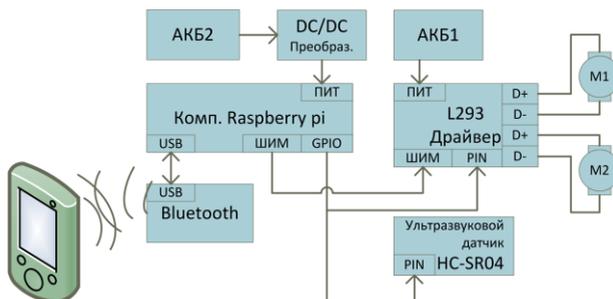


Рис. 5 Пример минимальной функциональной схемы роботизированной системы

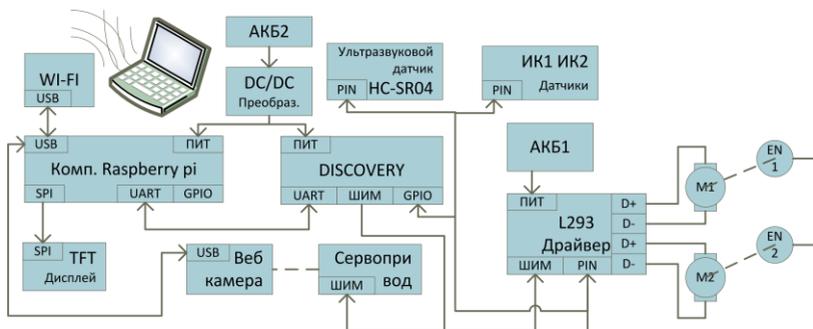


Рис. 6 Пример расширенной функциональной схемы роботизированной системы

На рис. 5 изображена минимальная по функционалу блок-схема роботизированной системы. Здесь на нижнем уровне расположен драйвер двигателей постоянного тока с подключенными к нему приводными двигателями и ультразвуковой датчик расстояния; на контроллерном уровне расположен одноплатный компьютер Raspberry pi с установленной операционной системой Linux; диспетчерский уровень представлен карманным устройством, например смартфоном, связь робота с которым осуществляется по технологии Bluetooth. Схема позволяет построить робота с регулируемой координатой скорости вращения двигателей, с помощью датчика расстояния робот может по заранее введенному алгоритму огибать препятствия. Однако данная схема не позволяет точно регулировать скорость вращения двигателей и ориентироваться в пространстве.

Следующая блок-схема (рис. 6) уже имеет обратные связи по скорости, так же предусмотрены дополнительные инфракрасные датчики по бокам корпуса, для отображения текущей информации используется TFT дисплей, для ввода видеоинформации и передачи ее на диспетчерский уровень предусмотрена веб-камера, которая подключена через USB порт одноплатного компьютера. Отличительной особенностью данной блок-схемы является двухуровневый контроллерный подуровень, то есть на нижнем уровне расположена отладочная плата Discovery, которая предназначена для управления исполнительными органами и сбора данных с датчиков, по интерфейсу UART данная плата подключена так же к одноплатному компьютеру, который производит необходимые вычислительные операции над данными переданными от Discovery. Так как поток информации от видеокamеры требует широкого канала связи, диспетчерский уровень соединен роботом по технологии Wi-Fi.

Схема питания робота представляет собой два контура. Первый

контур предназначен для силовой части и состоит из литий-ионного аккумулятора, драйвера двигателей и непосредственно самих приводных двигателей. Второй предназначен для питания логической части робота – это датчики платы управления и другие маломощные модули, так как питание логики строго регламентировано пятью вольтами, в контур включен модуль DC/DC преобразователь, который поддерживает выходное напряжение на данном уровне при разряде аккумуляторной батареи до 3,6 В.

Вывод и перспективы

Разработанная блочно-модульная подвижная платформа позволяет проводить широкий спектр исследований с робототехнической системой при подготовке инженеров, позволяет получить опыт работы с гибкой и легко наращиваемой робототехнической системой, оценить достоинство такой системы. Перспективным направлением развития будет расширение разнообразия модулей, увеличение уровня интеграции модулей и предоставление возможности объединения нескольких таких робототехнических систем в сеть.

Список литературы

1. Мартыненко Ю.Г. Управление движением мобильных колесных роботов // *Фундаментальная и прикладная математика*. – 2005. – Т. 11.6 Вып. 8. – С. 29 – 80.
2. Капустян С.Г., Нещадим И.Л. Об одном походе к построению распределенных, самоорганизующихся и реконфигурируемых информационно-управляющих систем наземных транспортных средств // *Сб. Материалов Международной научно-технической конференции «Мехатроника, автоматизация, управление»*. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2007. – С. 85-91.
3. Кычкин А.В., Бакунов Р.Р., Мехоношин А.С. Оценка возможности работы подвижной сенсорной сети АСУТП в режиме реального времени // *Датчики и системы*. – 2012. – № 7. – С. 8-13.
4. Кычкин А.В. Модель синтеза структуры автоматизированной системы сбора и обработки данных на базе беспроводных датчиков // *Автоматизация и современные технологии*. - 2009.– № 1. – С. 15-20.
5. Петроченков А.Б., Даденков Д.А., Поносова Л.В. К вопросу о классификации автоматизированных систем управления // *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления*. – 2009. – № 3. – С. 243-255.
6. Кычкин В.И., Кычкин А.В., Юшков В.С. Принципы проектирования мобильных лабораторий и вибродиагностика состояния автомо-

бильных дорог // Вестник ПГТУ. Охрана окружающей среды, транспорт, безопасность жизнедеятельности № 1. – Пермь: Изд-во ПГТУ, 2010. – С. 82-92.

7. Митин Г.П. Как выбрать программируемый логический контроллер // Мир компьютерной автоматизации. – 2000.– №1. – С. 66-69.

УДК 621.313.13

АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ. ПОЛЕЗНЫЕ ФУНКЦИИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЧАСТОТЫ

Е.В.Короткова, В.И. Биличенко

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Россия, г. Магнитогорск
katji@yandex.ru*

Аннотация

В статье представлен анализ зарубежной литературы по проблеме использования преобразователей частоты в работе разных систем распределения потребления (воды, газа и др.) в технологическом оборудовании. Проведенный анализ показал, что работа преобразователей частоты или устройств плавного пуска с использованием функции работы по расписанию и функции «спящего режима» позволит решить задачу без участия оператора, т.е. повысит эффективность систем в целом.

Ключевые слова: преобразователи частоты, системы распределения потребления, технологическое оборудование, устройства плавного пуска, функция работы по расписанию, оператор, функция «спящего режима».

FOREIGN LITERATURE ANALYSIS FREQUENCY CONVERTER USEFUL FUNCTIONS

E. V. Korotkova, V. I. Bilichenko

*Nosov Magnitogorsk State Technical University
Russia, Magnitogorsk
katji@yandex.ru*

Abstract

The analysis of foreign literature on the problem of the frequency convert-