

УДК 004.896

**АВТОНОМНАЯ НАВИГАЦИЯ МОБИЛЬНОГО РОБОТА НА ОСНОВЕ
УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДАТЧИКА ИЗМЕРЕНИЯ РАССТОЯНИЙ****М.О. Костишин, И.О. Жаринов, В.Д. Сулов**

Рассматривается задача автономного управления мобильным роботом на основе единичного ультразвукового датчика измерения расстояний.

Ключевые слова: навигация, управление движением.

Решение задачи управления в системе автономной навигации мобильной робототехнической системы имеет важное практическое значение. Робототехнические системы применяются при чрезвычайных ситуациях для анализа экологической обстановки в зонах химико-биологического или радиационного загрязнения, при разборе завалов после землетрясений, для формирования рельефа местности после селевых сходов и оползней в зонах бедствия и т.д. Для автономного движения робототехническая система должна обладать системой навигации, на основании результатов измерений которой предотвращаются столкновения робота с препятствиями. Сегодня существуют различные автономные системы навигации, применяемые в робототехнических системах, решающих задачи специального назначения и бытовые хозяйственные задачи (например, роботы-пылесосы) [Л]. Реализуемые в системе навигации бытовых робототехнических систем принципы движения основаны на хаотичном перемещении устройства по обслуживаемой территории. Большинство таких устройств не оснащено измерительными датчиками и интеллектуальной системой обработки, парирующими столкновение робота с препятствиями.

Для организации автономного движения мобильного робота авторами предлагается принцип, основанный на анализе результатов измерений ультразвуковым датчиком расстояний от робота (датчика) до впереди стоящего препятствия как в статическом положении, так и в процессе движения робота. Наличие препятствия в направлении движения робота определяется по времени прихода отраженного радиоимпульса, излученного и принятого датчиком в ультразвуковом диапазоне частот. Расчет дальности осуществляется по формуле $x = ct/2$, где t – время прихода отраженного радиоимпульса с момента излучения; c – скорость распространения ультразвуковой волны в воздушном пространстве, $c = 340$ м/с.

В процессе движения робота датчик и измерительная система непрерывно осуществляют измерение расстояния до впереди стоящего препятствия. При достижении минимально допустимого порогового значения (300 мм) от робота до препятствия робот останавливается и производит замер расстояния слева и справа. Если расстояние слева оказывается больше, чем справа, робот движется в направлении наибольшего запаса движения (налево). При отсутствии беспрепятственных направлений движения осуществляется остановка робота и движение робота в обратную сторону. Измерение расстояния слева и справа от робота сопровождается вращением по кругу единичного датчика.

Результатом работы является алгоритм автономного управления мобильным роботом с использованием единичного ультразвукового датчика. Алгоритм реализован на экспериментальном макете робототехнической системы СМАРТБОТ, приведенном на рисунке. Программное обеспечение работы информационно-измерительной системы робота написано на языке С. Управление роботом осуществляется микроконтроллером Atmega-2560. Управление двигателями колесной базы реализовано на основе четырех двигателей постоянного тока. Круговое движение ультразвукового датчика осуществляется сервоприводом FS5106B. В качестве датчика измерения расстояния использовался ультразвуковой датчик ParallaxPing.

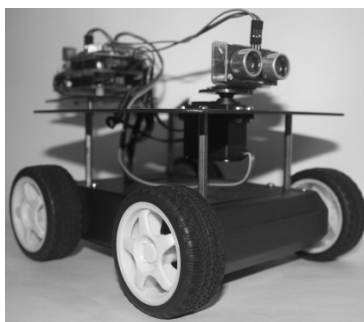


Рисунок. Мобильный робот СМАРТБОТ

Данный подход к реализации автономной системы навигации робототехнической системы является перспективным в области автомобилестроения. Применение серии датчиков, установленных по периметру робота, позволяет панорамно оценивать окружающее пространство вокруг робота с целью предотвращения столкновения робота с препятствием или с другими роботами при организации упорядоченного движения в транспортном потоке. Представленный принцип автономной навигации мобильного робота может быть использован при разработке системы автопилота для автомобильного транспорта.

Л. Принцип действия iRobot Roomba (фрагмент). Порядок автоматической уборки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://irobot-home.ru/about-irobot/principle-of-operation-irobot-roomba/>, свободный. Яз. рус. (дата обращения 15.01.2013).

Костишин Максим Олегович – Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, аспирант, job.max@me.com

Жаринов Игорь Олегович – ФГУП «СПб ОКБ «Электроавтоматика» им. П.А. Ефимова», доктор технических наук, доцент, руководитель учебно-научного центра, igor_rabota@pisem.net

Суслов Владимир Дмитриевич – ФГУП «СПб ОКБ «Электроавтоматика» им. П.А. Ефимова», руководитель экспертного совета, postmaster@elavt.spb.ru

УДК 681.324

ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ АРХИТЕКТУРЫ ПЕРСПЕКТИВНЫХ БОРТОВЫХ ЦИФРОВЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ В АВИОНИКЕ

Е.В. Книга, И.О. Жаринов, А.В. Богданов, П.С. Виноградов

Рассматриваются основные принципы построения перспективных бортовых цифровых вычислительных систем в авиационном приборостроении. Приводится структурная схема перспективной бортовой вычислительной системы.

Ключевые слова: интегрированная модульная авионика, вычислительные системы, архитектура.

Бортовые цифровые вычислительные системы (БЦВС) современного летательного аппарата (ЛА) представляют собой сложные технические объекты проектирования, решающие в составе ЛА различные функциональные задачи: определение пилотажно-навигационных параметров в режиме взлета, горизонтального полета, посадки ЛА; слежение за техническим состоянием бортового оборудования; координация работы всех бортовых подсистем; сбор, хранение, обработка и выдача пилоту на средства индикации объективной информации, получаемой как от информационно-измерительной системы ЛА, так и от органов управления информационно-управляющего поля кабины пилота.

Работы по проектированию архитектуры БЦВС для перспективных типов ЛА в настоящее время проводятся рядом предприятий Российской Федерации: ФГУП «СПб ОКБ «Электроавтоматика» им. П.А. Ефимова» (Санкт-Петербург), ВНИИРА (Санкт-Петербург), МИЭА (г. Москва), НПО «Полет» (Нижний Новгород), ФГУП «НИИ авиационных систем» (г. Москва), ОАО «РПКБ «Раменское» (г. Москва) и др. Достигнутые в настоящее время разработчиками результаты защищены патентами [1–5]: RU 2413280 C1; RU 2413655 C2; RU 108868 U1; RU 106404 U1; RU 88462 U1 и др.

Общими техническими решениями в предлагаемых разработчиками архитектурах перспективных БЦВС являются 4 принципа – открытости архитектуры, модульности, унификации и стандартизации, функциональной и аппаратной интеграции. Однако есть и отличия, влияющие на эффективность применения различных вариантов архитектур БЦВС в решении прикладных бортовых задач.

Существенным для показателей качества БЦВС является тип примененного в них внутрисистемного интерфейса. В проектах известных сегодня отечественных образцов БЦВС [4–6] в качестве внутрисистемного интерфейса используются интерфейсы ARINC664 (Gigabit Ethernet 1000Base-SX, AFDX), CompactPCI (PICMG 2.0, D3.0), PCI Express, RapidIO, VME64x и др.

Построение БЦВС на основе последовательных внутрисистемных интерфейсов типа ARINC664 с высокой скоростью передачи данных требует включения в состав БЦВС специализированных устройств сопряжения (контроллеров), обеспечивающих взаимодействие быстродействующих компонентов БЦВС с менее производительными бортовыми интерфейсами. Построение БЦВС на основе параллельных внутрисистемных интерфейсов типа CompactPCI, PCI Express, RapidIO (LP-LVDS), VME64x с большим количеством проводников во внутрисистемном интерфейсе сегодня не может обеспечивать высокую отказоустойчивость БЦВС при работе интерфейса в гигагерцовом диапазоне частот и, следовательно, отказобезопасность работы БЦВС в целом.

Таким образом, тип внутрисистемного интерфейса является определяющим в выборе архитектуры БЦВС. Очевидно, перспективная архитектура БЦВС базируется сегодня на сетевых технологиях с применением высокоскоростных последовательных внутрисистемных интерфейсов, допускающих коммутацию электрических межмодульных соединений и, следовательно, возможность построения динамически реконфигурируемых вычислительных структур. Одним из путей практической реализации перспективных БЦВС является построение БЦВС с применением технологии коммутируемых высокоскоростных интерфейсов SpaceWire. Структурная схема перспективной БЦВС, разработанной в ФГУП «СПб ОКБ «Электроавтоматика» им. П.А.Ефимова» [2, 7], представлена на рисунке. БЦВС построена на основе унифицированных конструктивно-функциональных модулей (КФМ). В качестве КФМ выступают разные по назначению модули:

- вычислительные модули, производящие сложные расчеты для управления полетом ЛА;
- модули ввода-вывода, обеспечивающие функции обмена информацией по последовательным каналам (ПК), по мультиплексным каналам обмена (МКИО), обмен разовыми командами (РК);