

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВЕБ-УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ АВТОНОМНОГО МОБИЛЬНОГО РОБОТА

Автономные мобильные роботы находят широкое применение в различных отраслях промышленности. Круг решаемых с их помощью задач включает как автоматизированную доставку грузов и изделий, так и работу в зоне, недоступной или опасной для человека.

Для современных небольших роботизированных устройств требуются значительные вычислительные мощности. Одним из возможных конструктивных решений такого устройства является использование неподвижного вычислительного центра, а также подсистемы первичной обработки и передачи информации, смонтированной непосредственно на мобильной платформе робота. Данный подход позволяет реализовать гибкую и миниатюрную мобильную платформу, не затрачивая значительных средств на ее разработку.

В данной статье рассматривается разработанная нами подсистема передачи данных для отработки алгоритмов дистанционного управления от стационарной вычислительной системы с веб-интерфейсом, ориентированная на применение в учебной лаборатории [1, 2].

Так как конструкция робота предполагает использование типового стационарного компьютера, требуется обеспечить устойчивый обмен данными между роботом и базой по одному из стандартных интерфейсов. В результате, набор требований, предъявляемых к подсистеме беспроводной связи, может быть сформулирован следующим образом:

1. Устойчивая работа в помещении в пределах зоны 4\*4 метра (обуславливается функционированием робота без значительного удаления от базы и в пределах одной комнаты);

2. Пропускная способность канала должна быть достаточна для передачи видеопотока стандартной веб-камеры;

3. Дешевизна и доступность комплектующих, а также простота их использования.

Среди видов беспроводной связи, принципиально применимых в рамках заданных ограничений, следует выделить следующие.

а) Промышленный радиомодуль. В современной индустрии выпускается огромное количество различных радиомодулей; область их применения достаточно широка. Например, модуль Radiocraft RC1040 обладает следующими характеристиками: скорость передачи 19200 бит в секунду, модулируемая частота сигнала 433,33 МГц, возможность создания сети из 255 устройств. Как видно, данное устройство в полной мере удовлетворяет поставленным ограничениям, однако не является ни достаточно простым в использовании, ни дешевым, т.к. имеет рыночную стоимость около 30 евро.

б) Блок управления от радиомодели. Учитывая широкое распространение игрушек с радиоуправлением и дешевизну, достигнутую китайскими производителями, с финансовой стороны передатчик от радиомодели является наиболее целесообразным вариантом. Поэтому такой подход получил значительное распространение; в ряде интернет-ресурсов, например [3], приводятся инструкции по демонтажу такого радиомодуля. Главным минусом этого решения – односторонняя связь.

в) Wi-Fi. Для обеспечения связи может использоваться одно из оснащенных Wi-Fi модулем мобильных устройств (получивших в последнее время достаточно широкое распространение). Также для передачи данных можно использовать беспроводные USB-

модемы, выпускаемые рядом фирм для подключения к беспроводной сети ноутбуков, лишенных встроенного WiFi-модуля.

г) Bluetooth. Также для обеспечения связи с роботом может использоваться интерфейс Bluetooth. Данный интерфейс обеспечивает достаточную скорость передачи данных. Множество современных мобильных устройств оснащается данным интерфейсом; также выпускаются USB и COM-модули.

д) Радиоудлинитель интерфейсов ЭВМ rs232 и USB. Преимуществом подобных устройств является то, что они избавляют разработчика от необходимости вникать в особенности беспроводной передачи данных, позволяя ограничиться только знанием имитируемого проводного протокола.

В ходе анализа приведенных вариантов для передачи команд роботу был выбран радиоудлинитель Сonnecr AIR RS232. Это решение характеризуется высокой надёжностью, относительной простотой подключения. Также на выбор повлиял факт наличия данного модуля.

Для передачи видеосигнала использован отдельный радиоканал. В качестве видеокамеры использовано мобильное устройство на базе Windows Mobile 6.0, обладающее комплектом беспроводных интерфейсов Bluetooth и WiFi. Наиболее простым интерфейсом является Bluetooth; так же при отсутствии устройства с интегрированным беспроводным интерфейсом модуль Bluetooth был бы дешевле. Общий принцип передачи данных в системе изображён на рисунке 1.

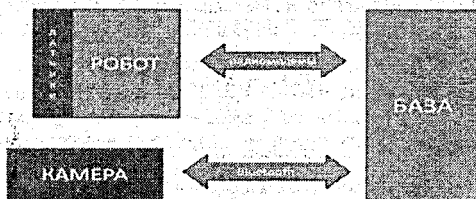


Рисунок 1 – Структура связи в системе

Радиоудлинитель Сonnecr AIR RS232 состоит из двух модулей. Перед использованием радиоудлинителя требуется его настройка с помощью идущего в комплекте программного обеспечения. Для управления роботом выбран вариант настройки соединения типа точка-точка. В данном режиме работы модемы эмулируют работу интерфейса RS232 для первых 128 символов кодовой таблицы. Точка доступа подключается к соответствующему порту на плате робота. Вторая точка подключается к COM-порту на персональном компьютере, играющем роль базы. Передача данных осуществляется на скорости 9600 бит в секунду. Для обхода ограничения на использование только первых 128 кодов предлагается проводить программное преобразование следующим образом: каждый байт образовывать из старшего и младшего полубайтов, которые требуется передать. Основная плата робота в качестве вычислительного модуля использует микроконтроллер АТmega32 [4, 5], поэтому требуется провести преобразование уровней из интерфейса USART в RS232C. Данная задача реализована за счёт применения микросхемы MAX232.

Протокол передачи данных основывается на запросах базы и ответах автономного модуля. База передаёт запрос на управление роботом и ожидает отклика о результате выполнения задачи. При успешном выполнении команды автономный модуль возвращает информационное сообщение о результате проведённой работы. Для некоторых

команд сообщение должно нести не только информацию о процессе выполнения команды, но и информацию с датчиков. В соответствии с этим был разработан формат сообщения, изображённый на рисунке 2.

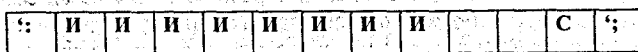


Рисунок 2 – Формат сообщения

Данный формат универсален и используется как для передачи команды, так и для передачи отклика на нее. Первый байт ':' означает начало сообщения, далее идут 8 информационных байтов (перед передачей каждый байт преобразовывается в два семибитных кода). Байтовое поле 'С' служит для хранения контрольной суммы. Символ ';' означает конец сообщения. Также сообщение имеет несколько зарезервированных байтовых полей для возможности расширения.

После всех преобразований сообщение содержит 24 байта. Следовательно, 0.025 секунды тратится на передачу команды. Это позволяет управлять роботом в реальном режиме времени.

При практических экспериментах выяснилось, что радиомодемы вносят дополнительную задержку на 200 миллисекунд. Для увеличения скоростных характеристик передачи данных решено отказаться от приёма результирующего сообщения, кроме случаев, когда это действительно необходимо.

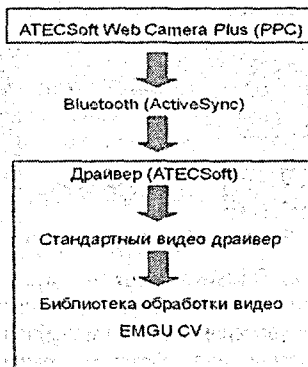


Рисунок 3 – Структурная схема передачи видеосигнала с мобильного устройства на ЭВМ

На рисунке 3 изображена структурная схема передачи видеосигнала. На оснащенное веб-камерой мобильное устройство устанавливается программное обеспечение стороннего производителя ATECSoft WEB Camera Plus. Данная программа посредством беспроводной связи передаёт данные на персональный компьютер. Передача осуществляется за счёт функций стандартной системы обмена данными Microsoft ActiveSync. На персональном компьютере специальный драйвер эмулирует подключённое мобильное устройство как веб-камеру. Для работы оператора базы с видеосигналом использованы функции библиотеки EMGU CV. Функции этой же библиотеки используются для передачи сигнала графическому интерфейсу пользователя, запущенному на центре управления роботом. Первичный интерфейс (рис. 4) написан на платформе .NET. Также в разработке находится WEB-интерфейс на платформе ASP.NET, позволяющий выполнять распределённое управление роботом с любого компьютера, находящегося в одной логиче-

ской подсети с центром управления. На текущий момент в рамках WEB-интерфейса полностью реализовано управление роботом и контроль показаний датчиков, а также прием видеосигнала (последняя подзадача находится на стадии оптимизации кода).

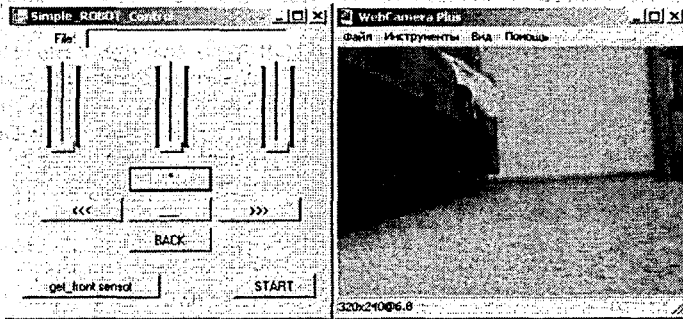


Рисунок 4 – Интерфейс управления роботом

Разработанная система связи была испытана на роботе SRS 2 [5]. Система показала устойчивую работу и приемлемую отказоустойчивость. Одним из минусов системы, изначально заложенным при ее проектировании, является малый радиус действия, ограниченный дальностью уверенного приема интерфейса Bluetooth. Исключение этого ограничения может существенно расширить сферу применения робота – например, позволит обрабатывать алгоритмы машинного ориентирования в сложных помещениях.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Склипус, Д.Б. Микроконтроллерная лаборатория // Информационные технологии управления в экономике 2006. М-лы Респ. науч.-практ. конф. – Брест, 2006. – С. 35.
2. Склипус, Д.Б. Микроконтроллерная лаборатория: сб-к тезисов по секции «Информатика» // Междунар. конф. «VI Колмогоровские чтения». – Москва, 2006. – С. 26.
3. Арсеньев А.А. Conqueror (победитель) – простой многофункциональный робот. <http://ironfelix.ru/modules.php?name=Pages&pa=showpage&pid=117>. – Дата доступа 01.03.2005.
4. Склипус, Д.Б. Алгоритм движения по черной линии для автономного мобильного робота: сб-к курсовых научных работ студентов и магистрантов. – Брест, 2009. – Ч. 1. – С. 122-125.
5. Склипус, Д.Б. Автономный робот // <http://google.sites/skipusrobotssystem.com>. – Дата доступа 1/10/2009.

УДК 681.3

**Согоян А.Л., Кочурко В.А.**

**Научный руководитель: к.т.н., профессор Муравьев Г.Л.**

#### ПОДХОД К ОРГАНИЗАЦИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЕТЕЙ НА БАЗЕ ВИЗУАЛЬНЫХ ОПИСАНИЙ И ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

При моделировании систем, особенно для оценки системных характеристик, широко используются стохастические сетевые модели, сети, отдельные системы массового обслуживания. Такие модели отличаются выраженным структурным аспектом, упрощенной функциональной организацией, требуют для описания ограниченного набора графических примитивов, которые и могут составить основу входного языка [1, 2]. Предоставление пользователю возможности визуального описания позволит разрабатывать модели на понятийном уровне при минимальных знаниях в области моделирования.