

НАБОР СРЕДСТВ ДЛЯ УДАЛЁННОГО УПРАВЛЕНИЯ МИКРОКОНТРОЛЛЕРАМИ ARDUINO

Касперский И.В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Шамына А.Ю. – м.т.н., ассистент кафедры ПОИТ

Данная работа предоставляет набор средств для удалённого управления микроконтроллерами arduino. Сама работа заключается в создании программных средств для описанной задачи, а представленный продукт - лишь пример их использования. Конечный продукт состоит из 3-х программ, каждая из которых изменяется под необходимую задачу. Проект легко масштабируется для большого числа управляющих программ и микроконтроллеров.

Часто возникает необходимость удалённого управления системами на базе микроконтроллеров. Из ближайших к повседневности бытовых примеров использования можно выделить системы типа „умный дом“. Целью данной работы является разработка набора средств для создания любых систем на базе микроконтроллеров arduino.

Разработка управляющих программ для микроконтроллеров arduino имеет ряд проблем, решение которых предоставляет данная работа. Первая проблема — жёсткие аппаратные ограничения. Они заключаются в малом объёме оперативной памяти, малом объёме памяти программ и сравнительно невысоком быстродействии. К примеру, используемая в демонстрации плата Arduino UNO построена на базе микроконтроллера ATmega328. Он характеризуется 32кб памяти программ, 2кб RAM и тактовой частотой 20МГц. Данных возможностей не хватает для оперативной работы требовательных к аппаратным ресурсам программ. К примеру программ, работающих в режиме реального времени. Второй проблемой разработки управляющих программ для микроконтроллеров arduino является структура программы, работающей на устройстве. Программа может состоять только из 1 модуля и не имеет возможности подключения сторонних модулей. Также полноценная работа с потоками отсутствует, а присутствует лишь возможность создавать псевдопараллельные потоки с использованием библиотеки ArduinoThread[5]. Все эти особенности сильно ограничивают возможности программы, которая выполняется на микроконтроллере. Следующим аспектом, усложняющим разработку, является сложность передачи команд извне. Приходящие управляющие сигналы могут передаваться либо по COM порту, либо через модуль, способный принимать сигналы по различным интерфейсам, к примеру ethernet. Но такие решения занимают порты, требуют дополнительные аппаратные средства. Использование отдельного сервера позволяет централизовать управление системами и снимает вычислительную нагрузку с микроконтроллеров. Последним недостатком является строгая зависимость вшиваемой в arduino программы от языка программирования. При необходимости работы с управляющими приложениями приходится разрабатывать API взаимодействия. Предоставленное решение избавляет разработчика от данных проблем и предоставляет готовый набор средств, предоставляющий универсальный API взаимодействия для легко масштабируемых систем. Адаптируя данный набор средств, проектировщики подобных систем могут существенно сократить время разработки и при создании приложений использовать удобный, а главное не зависящий от языка программирования, интерфейс.

Конечный продукт можно рассматривать как 3 отдельных модуля: физической системы, управляющего сервера и управляющего приложения. Взаимодействие этих модулей между собой происходит с помощью специализированного API. На рисунке 1 приведена схема коммуникации модулей между собой, а также средства и интерфейсы, используемые для этого.

Первый модуль состоит из физической системы, управляемой микроконтроллерами и программами, которые на них запущены. Система легко масштабируется от одного до нескольких микроконтроллеров. Программа, запускаемая на них, написана на диалекте языка программирования C, одинакова для всех микроконтроллеров и не изменяется в зависимости от задачи, поставленной перед системой. Коммуникация с сервером происходит по COM порту, но может быть изменено под другой интерфейс при необходимости.

Второй модуль является сервером-посредником между физической системой и управляющим приложением. Взаимодействие с ними осуществляется по соответствующим протоколам. Протокол взаимодействия с физической системой и протокол взаимодействия с управляющим приложением различаются. Серверное приложение написано на языке программирования java и почти не зависит от выполняемых задач. Для его настройки под конкретную задачу необходимо и достаточно определить соответствие управляющих приложений и физических систем.

Третий модуль является приложением, которое удалённо управляет физической системой. Согласно протоколу оно может отправлять запросы трёх типов: установка режима порта ввода/вывода, установка значения напряжения на порт и взятие значения напряжения с порта. Одновременно к серверу может быть подключено несколько управляющих приложений. Соединение

с сервером может происходить как по локальной сети, так и через глобальную сеть интернет. Коммуникация происходит по протоколу TCP, обеспечивающему надёжную доставку пакетов. Данный модуль является платформонезависимым и может быть написан на любом языке программирования. Программная реализация соединения подразумевает использование сокетов.

При демонстрации будет представлен пример использования разработанных средств. Физический модуль будет контролироваться одним микроконтроллером arduino uno. Модуль сервера будет выведен в глобальную сеть с помощью подключения через VPN к модему, на котором запущен Dynamic DNS сервис. Таким образом пользователь извне сможет подключиться к серверу через постоянное доменное имя. Управляющий модуль будет в единственном экземпляре представлен приложением под android написанным на java. Интерфейс приложения представляет собой изображение микроконтроллера, вид сверху.

У пользователя есть возможность контролировать состояния портов микроконтроллера. Для начала работы с портом необходимо выбрать его режим работы. На выбор доступно 3 режима: INPUT, OUTPUT и INPUT_PULLUP. Режим INPUT используется для получения значения напряжения на портах. Режим OUTPUT используется для установки выходного значения напряжения на порту. Режим INPUT_PULLUP схож по возможностям с режимом INPUT. Его особенностью является активация подтяжки напряжения к 5В. Данная возможность используется для подключения датчиков, например кнопок. После установки режима можно соответственно установить или взять значение напряжения на данном порту.



Рисунок 1 – Схема взаимодействия модулей.

Микроконтроллеры семейства Arduino были выбраны не случайно. Они более распространены, чем их более продвинутые аналоги: ESP32, STM32 и прочие. Как следствие, данная разработка позволит охватить большее количество проектов и упростить их разработку. Стоит заметить, что благодаря модульной архитектуре финального набора средств, для переноса физической системы на базу одного из вышеперечисленных микроконтроллеров необходимо изменить только 1 модуль из 3.

В процессе разработки были изучены различные сферы разработки. Первой из них является разработка приложений на базе микроконтроллеров arduino. Работающие на них программы пишутся на диалекте языка C. Его особенности описаны выше. Второй изученной сферой является сетевое взаимодействие с arduino по COM порту. Для передачи данных в COM порт со стороны сервера использовались библиотека Java-Arduino Communication Library. Эта небольшая библиотека позволяет подключаться к COM порту arduino, помещать и читать из него данные. Третьим рассмотренным аспектом разработки стала передача данных по сети между сервером и управляющим приложением. Пакеты на сервер передаются через локальную сеть или сеть интернет по протоколу TCP, используя динамический адрес. Четвёртой темой является разработка приложений под android. На момент начала работы над проектом имелся некоторый опыт, однако в процессе разработки навыки и знания в данной теме были углублены.

Таким образом результатом работы стал набор средств, существенно облегчающий и ускоряющий процесс разработки физических систем, управляемых дистанционно. Данная разработка решает ряд вышеописанных проблем и ограничений, легко масштабируется и адаптируется под поставленную перед проектировщиком задачу.

Список использованных источников:

1. Раздел обучения на официальном сайте arduino [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/HomePage> – Дата доступа: 06.03.2021.
2. JDK 16 Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.oracle.com/en/java/javase/16/> – Дата доступа: 13.03.2021.
3. Start Android - учебник по Android для начинающих и продвинутых [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://startandroid.ru/ru/> – Дата доступа: 13.03.2021.
4. Работа с COM-портом Arduino из Java-приложения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/340630/> – Дата доступа: 06.03.2021.
5. Блог об ардуино электронике и ИТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://soltau.ru/index.php/arduino/item/373-kak-vypolnyat-parallelnye-zadachi-threads-v-programme-dlya-arduino> – Дата доступа: 03.04.2021.