

УДАЛЁННОЕ УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМОЙ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ЧЕРЕЗ ИНТЕРНЕТ

асп. ¹Титко Д.В., asp. ¹Зубов Г.А. маг. ¹Чеушев К.В. студ. ¹Марко А.Ф.

¹УО «Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники», Минск

Проблемы удалённого управления техническими системами становится всё более актуальной и востребованной особенно для высокотехнологичного оборудования [1, 2], требующего регулярной переналадки, текущего контроля с последующей программной коррекцией и юстировкой отдельных узлов в процессе эксплуатации. Такое оборудование может быть рассредоточено по потребителям в разных странах на разных континентах и только интернет даёт возможность быстро и эффективно корректировать и, если надо, изменять программное обеспечение локальной системы управления. Системы удалённого управления не только существенно ускоряет процесс регулирования, наладки, перепрограммирования и операционного контроля автоматизированного оборудования, но и обеспечивает сбор объективных данных о текущем состоянии задействованных систем, поэтому позволяющих быстро принимать оптимальные решения [3-5]. В настоящей статье рассмотрена возможность реализации удалённого управления системами многокоординатных перемещений на основе протокола Ethernet. Такая технология позволяет быстро и детерменированно организовывать дистанционное взаимодействие с контроллером системы управления.

Веб-приложения для удаленного управления микроконтроллером системы многокоординатных перемещений отличается от локальных систем контроля тем, что программные возможности микроконтроллера при этом ограничены. Для разработчиков такой удаленной системы управления микроконтроллером важно выбрать виртуализацию рабочего стола для обеспечения отладки, которая позволила бы пользователям загружать код, просматривать и управлять значениями регистров, содержимым памяти и выполнением программ. Виртуализация приложения возможна с отладкой кодов микроконтроллера используя программное обеспечение для удаленного управления VNC (Virtual Network Computing) и LabVIEW для удаленного взаимодействия между системами [6].

Для тестовой конфигурации нами был разработан веб-интерфейс для микроконтроллерной системы, использующей LabVIEW и устройство ССД (Система сбора данных). Был выбран микроконтроллер с RISC-архитектурой, так как он обладает меньшим набором команд и идеально подходит для целей отладки и экспериментов. Главные функциональные блоки разработанной экспериментальной системой удаленного управления микроконтроллером (рис. 1) включают веб-сервер, VNC-сервер и ССД. Плата микроконтроллера сопряжена с VNC-сервером для обеспечения удаленной отладки программного кода. Веб-сервер использует LabVIEW как главный инструмент для управления приложением и установки соединения с удаленными клиентами. Команды управления для удаленного приложения генерируются при помощи *Boolean and Numeric control functions* LabVIEW и передаются на плату контроллера через ССД. Пользовательский интерфейс LabVIEW доступен для пользователей удаленно через веб-страницу, где доступны средства для управления системой многокоординатных перемещений.

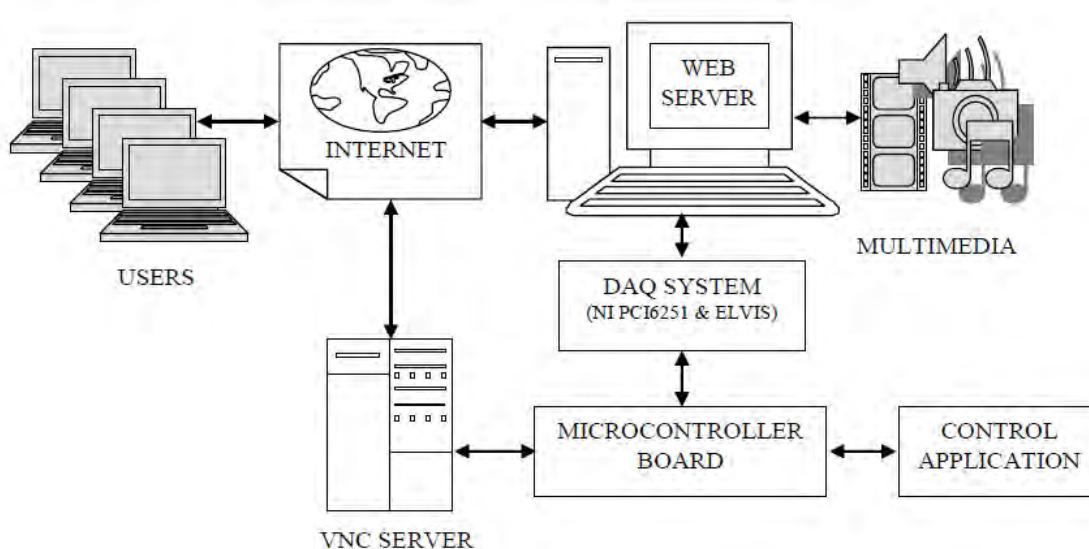


Рис. 1. Структура экспериментального комплекса для удаленного управления микроконтроллером

Техника удаленной отладки использует удаленный рабочий стол, где пользователь имеет доступ к платформе разработки микроконтроллера после прохождения проверки прав доступа. Уровень отладки позволяет пользователю скачивать код, наблюдать и изменять значения регистров, содержимое памяти и процесс выполнения. Микроконтроллер подключен к VNC-серверу через параллельный порт RS-232. Программа контроллера разрабатывается в среде разработки MPLAB, код загружается в микроконтроллер посредством программного обеспечения WinPicProg.

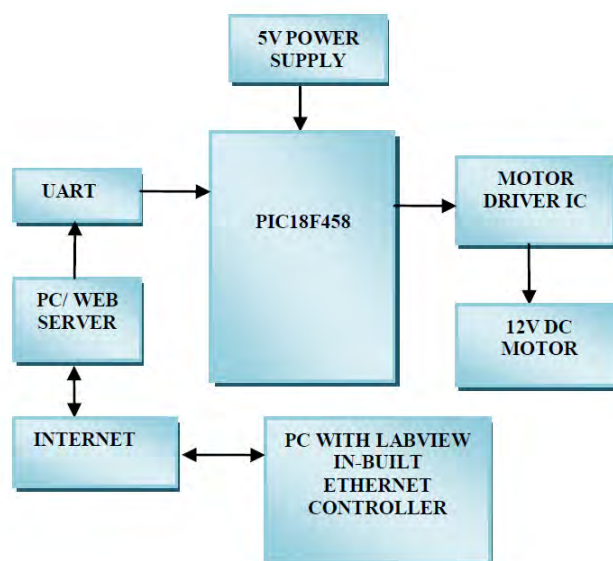


Рис. 2. Схема удаленного управления микроконтроллером системы перемещений через UART

В этом случае для реализации клиент-серверной архитектуры удаленного управления системой перемещений для технологического оборудования применяется протокол TCP/IP, что позволяет использовать такую систему как в локальной сети, так и в сети Интернет. Однако для сопряжения микроконтроллера с веб-сервером используется медленный протокол RS-232. Также используется система сбора данных на базе ПО для исследовательских лабораторий NI ELVIS, которая не подходит для реальных приложений. На рис. 2 представлена диаграмма, где контроллер сопряжен с веб-сервером

через универсальный асинхронный приемопередатчик UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter). Это отдельная плата либо микрочип, используемый для обмена данными с серийными устройствами. Существуют реализации UART, которые используют более быстрые интерфейсы чем RS-232, например промышленный стандартный протокол RS-485 с максимальной скоростью 35 мегабит в секунду (при длине кабеля 10м).

Большинство микроконтроллерных систем позволяют загружать программу через последовательный интерфейс между компьютером и микроконтроллером. Разработанный компаниями Dallas Semiconductor и Maxim Integrated Products, MxTNI-микроконтроллер позволяет удаленную загрузку и выполнение программ через Ethernet порт. Эта платформа состоит из микроконтроллера, включающего в себя компоненты, необходимые для подключения к сети Интернет. Она представляет собой комбинацию I/O портов, полного TCP/IP стека протоколов и Java среды выполнения, что упрощает разработку оборудования, подключаемого к сети. Как правило, MxTNI-контроллеры используют протокол FTP (File Transport Protocol) для доступа к папкам, созданным пользователем в файловой системе микроконтроллера. Используя протокол Telnet, пользователь может удаленно подключаться с компьютера с Ethernet-портом к MxTNI-микроконтроллеру и взаимодействовать с программой. В частности, пользователь может запускать и останавливать программы, хранящиеся в папках операционной системы контроллера, или собирать данные программы при помощи выполнения простых команд.

Данный микроконтроллер [7, 8] обладает мультизадачностью, и позволяет одновременное выполнение как программ встроенной ОС, так пользовательских программ в фоновом режиме. Каждая программа, выполняемая в фоновом режиме, помещается в очередь приоритетов. Программа в начале очереди использует время CPU заданное планировщиком задач. Когда время CPU, отведенное программе было исчерпано, она при необходимости помещается обратно в очередь. Операционная система MxTNI-микроконтроллера так же позволяет выполнять только одну программу, в таком случае пользователь должен дождаться ее выполнения для выполнения следующих программ или команд. Основные преимущества такого микроконтроллера с Ethernet-портом, это:

- более быстрая загрузка программ в контроллер по сравнению с классическими серийными интерфейсами;
- возможность удаленной работы с программами;
- возможность многопользовательской работы с контроллером.

На рис. 3 приведены возможные методы пользовательского взаимодействия с MxTNI-микроконтроллером.

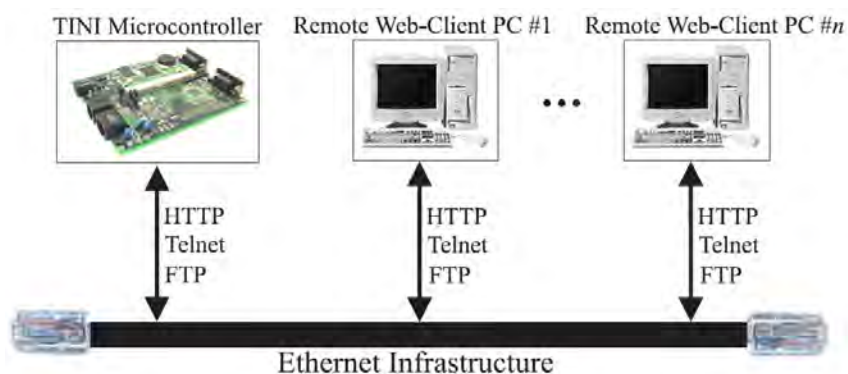


Рис. 3. Методы взаимодействия между удаленным веб клиентом и MxTNI-микроконтроллером

В конце 90-х годов прошлого столетия благодаря росту популярности протокола Ethernet для локальных сетей и периферийного оборудования его начали использовать

так же в системах управления оборудованием. На сегодняшний день Ethernet является самым широко используемым сетевым протоколом обмена данными для систем управления.

В системах управления на Ethernet используются два основных протокола передачи данных UDP/IP и TCP/IP. Простейшим протоколом является UDP/IP, между получателем и отправителем нет установки соединения, отправитель не требует подтверждения получения телеграмм, тем самым уменьшая количество передаваемых пакетов. Если происходит ошибка, мастер может автоматически не распознать данную ситуацию. Протокол UDP/IP подходит для систем управления только в закрытых сетях (не подключенных во внешнюю сеть).

TCP/IP является наиболее распространенным Ethernet протоколом передачи данных. Он гарантирует доставку пакетов в правильной последовательности, которая необходима для передачи потоковых видео и аудио данных, а так же команд и данных системы управления. Передаваемые TCP/IP пакеты не теряются. Протокол обеспечивает управление перегрузкой, которое важно для открытых сетей, таких как Интернет. В системах управления, которые организованы в закрытых сетях, потеря пакетов возможна главным образом из-за технических проблем, таких как электрические помехи. Перегрузка закрытых сетей так же не является типичной проблемой, так как разработчик имеет полный контроль над сетевым трафиком. TCP/IP подходит для больших закрытых сетей, таких как приложения автоматизации производства, где есть интенсивный трафик, длинные линии связи и многочисленные разрозненные устройства.

Тем самым технология Ethernet обеспечивает альтернативный путь для организации систем управления, так как она является масштабируемой, доступной и гибкой. Протокол Ethernet стал широко распространен, совместимое аппаратное обеспечение легко приобрести относительно недорого. Однако все еще вопросы относительно того, будет ли жизнеспособным недетерминированный Ethernet в системах многокоординатных перемещений. Недетерминированные сети позволяют любому устройству сети передачу в любой момент времени. Может быть одновременно много мастер-устройств и подчиненных устройств. Недостатком таких сетей является возможность коллизий пакетов. Если два устройства начали передачу данных в один и тот же момент времени, то происходит коллизия и задержка сети, которая является чрезвычайно критичной в системах управления перемещениями.

В детерминированных сетях существует гарантированный интервал времени для передачи данных. При этом в сети может быть только одно мастер-устройство и много подчиненных устройств. Недостатком детерминированных сетей является то, что если выделенный интервал времени не был использован для передачи данных, то он считается потерянным. Примеры таких протоколов это CanOpen и EtherCAT. Однако использование детерминированных сетей не является обязательным требованием, так как можно организовать закрытый управляющий цикл внутри микроконтроллера. В таком случае, на микроконтроллер возлагается задача передачи данных в одно и тоже время.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Системы многокоординатных перемещений и исполнительные механизмы для прецизионного технологического оборудования / В.В. Жарский [и др.] ; под ред. д-ра техн. наук, проф. С.Е. Карповича. – Минск : Бестпринт, 2013. – 208 с.*
2. *Heimann, B. Mechatronika. Komponenty, metody, przyklady / B. Heimann, W. Gerth, K. Popp. – Warszawa : PWN, 2001. – 351 s.*
3. *Valvano, J. Embedded Microcomputer Systems: Real Time Interfacing, Cengage Learning, 2011. – 793 p.*
4. *Siripala, P.J., Sekercioglu, Y.A. A generalised solution for generating stepper motor speed profiles in real time, Mechatronics, 2013 – 23(5) – P 541–547.*

5. Ogata, K. *Designing linear control systems with MATLAB* / K. Ogata. – Prentice Hall, Englewood Cliffs, 2000. – 420 p.
6. *Innovative Algorithms and Techniques in Automation, Industrial Electronics and Telecommunications* / T. Sobh [and oth.]. – Springer Science & Business Media, 2007. – 552 p.
7. El-Khoury, J. *Towards a toolset for architectural design of distributed real-time control systems* / J. El-Khoury, M. Torngren // 22nd IEEE Real-Time Systems Symposium, London, England, 2001.
8. *Real-Time Workshop. Real-Time Workshop User's Guide*. – The MathWorks, Inc., Natick, MA, 2004.