

УДК 004.358

Б.Г. Шеховцов, С.Н. Саранча, С.Н. Дегтярь

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков

АППАРАТНО-ЭМУЛЯТОРНЫЙ МОДУЛЬ УДАЛЕННОГО ДОСТУПА К ВИРТУАЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛАБОРАТОРИИ STANDPIC18

Статья посвящена исследованию аспектов проектирования аппаратной части модуля удаленного доступа к лабораторному макету StandPIC18, разработанному на кафедре ЭВМ ХНУРЭ. Основной задачей модуля удаленного доступа является обеспечение возможности использования лабораторного стенда в задачах дистанционного обучения в дисциплинах, связанных с проектированием цифровых систем на базе микроконтроллеров.

Ключевые слова: микроконтроллеры семейства PIC18, виртуальная учебная лаборатория, эмуляция, дистанционное образование.

Введение

Концепция виртуальных учебных лабораторий (ВУЛ) применительно к техническому образованию ориентирована, с одной стороны, на реализацию задачи усиления инженерной подготовки в конкретной предметной области, опирающуюся на знание и понимание фундаментальных физических принципов построения и функционирования технических объектов и процессов.

С другой стороны, компьютеризация инженерной подготовки, соответствует идеям дистанционного обучения и позволяет частично сгладить остроту существующих ныне проблем материально-технического обеспечения учебного процесса.

При изучении ряда предметов, связанных с проектированием электронных цифровых и цифро-аналоговых систем с применением микроконтроллерной техники, использование виртуальных лабораторных стендов позволяет получить все необходимые навыки в составлении и отладке программного обеспечения сложной микроконтроллерной системы, взаимодействующей с широким спектром периферийного оборудования, как внешнего, так и интегрированного.

Наиболее распространенным подходом для изучения архитектуры и особенностей проектирования микроконтроллерных систем является применение аппаратных плат макетирования, включающих наиболее часто использующийся набор периферийного оборудования.

Однако применение аппаратного макетирования требует наличия лабораторного макета у каждого рабочего места, что неприменимо для дистанционного образования.

Архитектура разрабатываемой виртуальной учебной лаборатории предусматривает использование в качестве объекта для исследования одного аппаратного лабораторного стенда, как при работе с ним в локальной сети, так и в глобальной Internet-сети.

Целью данной работы является представление архитектуры виртуальной учебной лаборатории для работы в глобальной сети, которая включает в себя лабораторный стенд, аппаратно-эмуляторный модуль удаленного доступа, сервер с базой данных и пользовательский интерфейс.

1. Интеграция лабораторного стенда для работы в локальной сети

Разработанный на кафедре ЭВМ Харьковского национального университета радиоэлектроники лабораторный макет **StandPIC18** для изучения архитектуры и системы команд микроконтроллера PIC18 построен по инновационной двухпроцессорной архитектуре и включает в себя широкий спектр различного цифрового и цифро-аналогового периферийного оборудования [1].

Двумя основными элементами архитектуры лабораторного стенда являются основной (отладочный) и управляющий микроконтроллеры. Основной микроконтроллер выполняет программу пользователя и взаимодействует с набором периферийного оборудования. Управляющий микроконтроллер отвечает за конфигурирование всего периферийного оборудования в начальный момент времени, загрузки программы через интерфейс Ethernet 10/100 mbit, управление ходом выполнения программы (запуск, приостановка, продолжение выполнения, окончание выполнения). Программа работы управляющего контроллера является неизменной для пользователя, что гарантирует высокую надежность и стабильность работы лабораторного макета даже при достаточно серьезных ошибках проектирования ПО.

Одной из особенностей этой цифровой системы является наличие сетевого интерфейса W3100A стандарта Ethernet фирмы i2Chip. С его помощью это устройство можно подключать к локальной сети и сети Internet. Начальная конфигурация сети (IP и MAC адрес, маска подсети, адрес шлюза, конфигу-

рация брандмауэра) задаются с использованием интерфейса USB, в дальнейшем вся работа осуществляется через интерфейс модуля локальной сети.

StandPIC18 интегрирован в модульную объектно-ориентированную обучающую систему MOODLE (www.moodle.org), которая представляет собой полноценную систему управления дистанционным обучением, распространяется бесплатно, а также является открытым (open-source) проектом.

ВУЛ успешно используется в учебном процессе, в ходе которого студенты получают практические навыки по разработке и отладке программ для микроконтроллерных систем. Заложённая в архитектуру системы клиент-серверная методология проведения практических и лабораторных занятий позволяет получить существенную экономию средств при организации обучения в локальной сети лаборатории.

2. Виртуальная учебная лаборатория для работы в глобальной сети

Характерной особенностью проведения лабораторных занятий при дистанционном образовании является отсутствие прямого физического контакта студента с лабораторным стендом. Частично эта проблема может быть решена введением в состав лабораторного стенда веб-камеры для анализа визуальных реакций макета.

В то же время более рациональным является использование аппаратно-эмуляторного подхода, который совмещает преимущества программных эмуляторов и аппаратных макетных плат.

При таком подходе на рабочей станции студента располагается программное обеспечение, эмулирующее внешний вид лабораторного стенда.

Суть работы с ВУЛ заключается в том, что текст разработанной пользователем программы отсылается на сервер и загружается через канал связи для выполнения в лабораторный стенд. При этом студент может нажимать кнопки в окне эмулятора и соответствующие команды отсылаются на сервер.

Анализ реакций лабораторного стенда производится с помощью дополнительного микроконтроллера удаленного доступа (УД), вводимого в состав ВУЛ. Выводы данного микроконтроллера УД подключаются к линиям опроса клавиатуры (для эмуляции нажатия кнопок), линиям управления светодиодами, ЖКИ и динамика, соединяющим соответствующие периферийные устройства с отладочным микроконтроллером.

На рабочей станции студента располагается только программный эмулятор широко распространенного графического ЖКИ 128x64 с максимальной простой системой команд, а вывод звука осуществляется средствами ОС.

Такая организация удаленного доступа к лабораторному стенду позволяет значительно умень-

шить объем Интернет-трафика, циркулирующего между сервером и рабочей станцией студента, и повышает уровень интерактивности общения с лабораторным стендом.

3. Аппаратно-эмуляторный модуль удаленного доступа

Основное назначение модуля удаленного доступа состоит в аппаратной поддержке реализуемых в ВУЛ четырех транзакций (совокупности последовательных действий), которые выполняют следующие функции:

- отображение информации на светодиодные индикаторы и жидкокристаллический дисплей;
- программное формирование аналоговых сигналов, реализованное на основе 4-канального цифрового потенциометра AD8403 производства фирмы Analog Devices;
- управление модулями клавиатуры и звуковой индикации.

Суть реализации транзакций заключается в получении(перехвате) команд и данных от периферийных устройств вывода данных лабораторного макета, их предобработке и передаче на сервер, а также эмуляция модулей ввода данных по командам с сервера.

Так, например, при выводе изображения на ЖКИ модуль удаленного доступа должен получить от отладочного микроконтроллера лабораторного стенда команды, построить по ним битовый образ выводимого изображения и передать на сервер для дальнейшего отображения на рабочей станции.

Аналогичным образом при опросе отладочным микроконтроллером клавиатуры, необходимо по командам с сервера эмулировать нажатие клавиш. Хотя клавиатура и является исключительно средством ввода информации, при работе с ней отладочному микроконтроллеру, прежде чем получить код нажатой клавиши, необходимо передать на входные линии клавиатуры код выбранной строки. А затем получить битовый вектор данной строки, из которого будет известно, нажата ли какая-либо из клавиш или нет.

При такой схеме работы микроконтроллер УД должен непрерывно опрашивать входные линии клавиатуры, получать код опрашиваемой строки и, по команде с сервера, передавать на выходные линии клавиатуры битовый вектор. Таким образом, происходит эмуляция нажатия клавиши клавиатуры при отсутствии ее физического нажатия.

В работе [2] был обоснован аппаратно-эмуляторный подход, который позволяет объединить преимущества точности физического моделирования и доступности имитационного моделирования. При этом в состав лабораторного макета вводится третий микроконтроллер, который будет выполнять функции сбора информации, поступающей на модули светодиодной индикации и графический ЖК-дисплей.

Микроконтроллер УД также отвечает за эмуляцию нажатия соответствующих алфавитно-цифровых клавиш и изменение значений аналоговых источников напряжения.

Модификация лабораторного макета не требует существенной переделки печатной платы и конструкции макета, так как подключение всего периферийного оборудования осуществляется через специальные разъемы, размещенные по периметру печатной платы.

Таким образом, виртуальная учебная лаборатория, представляющая собой модифицированную архитектуру лабораторного макета [1] и выглядит так, как это представлено на (рис. 1), а структурная схема модуля удаленного доступа представлена на (рис. 2).

На рис. 1 показана схема взаимодействия сервера с рабочей станцией посредством Internet-соединения.

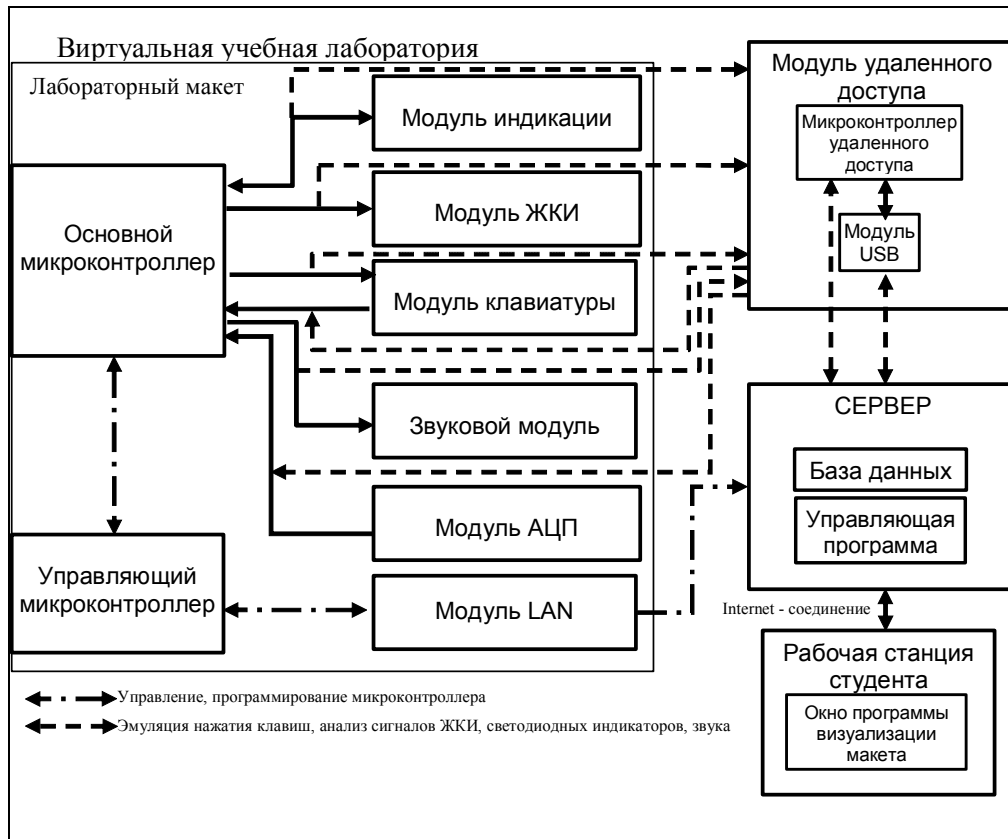


Рис. 1. Виртуальная учебная лаборатория – модифицированная архитектура лабораторного макета

На стороне сервера расположены управляющая программа и система дистанционного обучения Moodle с базой данных.

На стороне рабочей станции, представляющей интерфейс пользователя ВУЛ, расположена программа визуализации макета, т.е. эмулятор системы ввода-вывода, отображающий все средства индикации, кнопки клавиатуры и оцифрованное значение угла поворота аналоговых регуляторов. При этом внешний вид виртуального макета и расположение органов управления в точности соответствует его физическому прототипу.

Виртуальный лабораторный макет 1 раз в секунду обновляет состояние светодиодной шкалы и ЖК-дисплея на основании данных, полученных от сервера. При этом в каждом запросе может дополнительно отправляться информация о нажатии и отпускании алфавитно-цифровых кнопок, а также о состоянии аналоговых регуляторов.

Студент имеет возможность путем нажатия кнопок в эмуляторе передавать данные через сервер в модуль удаленного доступа, который эмулирует аналогичные действия на лабораторном макете. Результаты взаимодействия передаются на рабочую станцию студента и отображаются эмулятором.

При проектировании клиентской части ВУЛ была использована одна из технологий RIA (Rich Internet Application), такая как Adobe Flash, в основе которой лежит векторный морфинг, то есть плавное «перетекание» одного ключевого кадра в другой. Это позволяет делать достаточно сложные мультипликационные сцены, задавая лишь несколько ключевых кадров для каждого персонажа.

Для программирования сложного взаимодействия с пользователями Adobe Flash использует встроенный язык программирования ActionScript 3.0, а для отображения флеш-анимации в качестве специального флеш-плеера был выбран Adobe Flash Player 10.

Взаимодействие между программой визуализации и базой данных происходит с помощью технологии PHP. Т.е. посредником между Action Script 3.0 и MySQL, является php-скрипт, который перехватывает значения из программы и отправляет их в базу данных.

На структурной схеме модуля удаленного доступа (рис. 2) роль микроконтроллера удаленного доступа выполняет одна из последних модификаций - микроконтроллер PIC18F97J60 (128K Flash, 100 pins, встроенный стек TCP/IP), а роль модуля USB выполняет микросхема USB – UART преобразователя FT232RL.

Микроконтроллер PIC18F97J60 имеет встроенный модуль Ethernet и, следовательно, обмен данными с сервером и рабочей станцией происходит средствами микроконтроллера. Модуль USB используется для получения микроконтроллером сетевых настроек при настройке сетевого подключения.

Количества доступных пользователю выводов у микроконтроллера PIC18F97J60 достаточно для прямого подключения модулей ввода-вывода отладочного микроконтроллера лабораторного макета к портам микроконтроллера УД через разъемы:

- U1 (клавиатура),
- U2 (жидкокристаллический дисплей),
- U4 (светодиодные индикаторы), U6 (АЦП).

Сопряжение с базой данных и сервером происходит через разъемы U3 (модуль USB), U20 (Ethernet).

Из дополнительных средств сопряжения требуется только кодоуправляемое сопротивление для подключения к модулю АЦП. Роль кодоуправляемого сопротивления выполняет микросхема AD8403, имеющая в своем составе четыре кодоуправляемых сопротивления.

Выводы

В рамках данной работы представлена концепция виртуальной учебной лаборатории для изучения микроконтроллеров семейства PIC18 и основные аспекты, касающиеся вопросов её функционирования. Главное внимание уделено разработке модуля удаленного доступа, обеспечивающего аппаратную поддержку реализации транзакций управления отображением информации на периферийные устройства, управления модулями АЦП, клавиатуры и звуковой индикации.

Архитектура ВУЛ, реализованная для работы в глобальной сети, позволяет максимально приблизить обучающихся к возможностям работать на реальных физических объектах при дистанционной форме обучения.

В последующих публикациях предполагается представить описание работы серверной программы и особенности проектирования пользовательского интерфейса ВУЛ.

Список литературы

1. Shehovtsov B. Digital System for Studying Microcontrollers with Access through Internet / B. Shehovtsov, D. Galin, A. Bepalov // Автоматизированные системы управления и приборы автоматики. – X., 2007. – Вып. 139. – с. 19-27.
2. Шеховцов Б.Г. Организация удаленного доступа к лабораторному стенду для изучения микроконтроллеров семейства pic18 / Б.Г. Шеховцов, С.Н. Саранча, А.С. Беспалов // Виртуальность и образование. – 2007. – С. 45-51.

Поступила в редколлегию 9.03.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Г.Ф. Кривуля, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков.

АППАРАТНО-ЕМУЛЯТОРНИЙ МОДУЛЬ ВИДАЛЕННОГО ДОСТУПУ ДО ВІРТУАЛЬНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ STANDPIC18

Б.Г. Шеховцов, С.М. Саранча, С.М. Дегтяр

Стаття присвячена дослідженню аспектів проектування апаратної частини модуля видаленого доступу до лабораторного макету StandPIC18, розробленого на кафедрі ЕОМ ХНУРЕ. Основним завданням модуля видаленого доступу є забезпечення можливості використання лабораторного стенду в завданнях дистанційного навчання в дисциплінах, пов'язаних з проектуванням цифрових систем на базі мікроконтролерів.

Ключові слова: мікроконтролери сімейства PIC18, віртуальна учбова лабораторія, емуляція, дистанційна освіта.

VEHICLE MODULE OF REMOTE ACCESS TO THE VIRTUAL EDUCATIONAL LABORATORY OF STANDPIC18

B.G. Shehovtsov, S.N. Sarancha, S.N. Degtyar

The article is devoted research of aspects of planning of instrument room part of the module of remote access to the laboratory model of StandPIC18. The basic task of the module of remote access is providing of possibility of the use of laboratory stand in the tasks of the controlled from distance teaching in disciplines, related to planning of the digital systems on the base of microcontrollers.

Keywords: microcontrollers of family of PIC18, virtual educational laboratory, emulation, controlled from distance education.