Интернет-журнал «Наукоеведение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 7, №1 (2015) <http://naukovedenie.ru/index.php?p=vol7-1>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/108TVN115.pdf>

DOI: 10.15862/108TVN115 (<http://dx.doi.org/10.15862/108TVN115>)

Оськин Дмитрий Александрович

ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет дизайна и технологий»

Россия, Москва¹

Магистр

E-mail: Dmitriy.Oskin91@gmail.com

Феоктистов Николай Алексеевич

ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет дизайна и технологии»

Россия, Москва

Профессор

Доктор технических наук

E-mail: nikolay.a.feoktistov@gmail.com

Использование микрокомпьютеров при решении задач масштабирования автоматизированных систем сбора информации и реагирования на события

¹ 117997, г. Москва, ул. Садовническая, д. 33, стр.1

Аннотация. В статье приведено использование микрокомпьютеров при решении задач масштабирования автоматизированных систем сбора информации и реагирования на определенным образом введенные в систему события с последующим оповещением диспетчера (оператора) при помощи сетевых протоколов. Приведено описание процесса предварительной настройки программного обеспечения микрокомпьютера на базе дистрибутива операционной системы Linux. Описаны принципы работы сетевых протоколов оповещения оператора. Составлена и проанализирована блок-схема модуля автоматизированной системы обнаружения и реагирования на протечки воды и газа на базе микрокомпьютера Cubieboard. Представлены шины передачи данных, по которым осуществляется связь микрокомпьютера с датчиками и исполнительными устройствами. Дано описание принципа наглядной визуализации устройства благодаря интерфейсу, выполненному посредством веб-сервера. Отражено, почему микрокомпьютерная система может быть использована как в технических, так и в жилых помещениях.

Ключевые слова: микрокомпьютер; протоколы; сети; масштабирование; компьютерные системы; программное обеспечение; Linux; автоматизация; Cubieboard; шина передачи данных; веб-сервер; веб-интерфейс; командная строка; интернет-протокол; датчики; диспетчеризация.

Ссылка для цитирования этой статьи:

Оськин Д.А., Феоктистов Н.А. Использование микрокомпьютеров при решении задач масштабирования автоматизированных систем сбора информации и реагирования на события // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, №1 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/108TVN115.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/108TVN115

Введение

Автоматизация систем сбора информации и мониторинга стремительно усложняется и усовершенствуется в равной степени с развитием индустрии ИТ (Информационных Технологий). При появлении у инженеров и разработчиков микрокомпьютеров, чьи размеры, максимум, 10х6 см, а мощности равны полноценным системным блокам, стало возможным использовать платы с опциональным перепрограммированием и перепрофилированием, в отличие от «жестко» запрограммированных микроконтроллеров. Так же, в сравнении с микроконтроллерами позволяющими изменять компоненты программного обеспечения, микрокомпьютеры обладают куда большим функционалом для расширения систем и изменения действий в контексте случайных или сгенерированных событий.

Одним из лидеров среди микрокомпьютеров является Cubieboard, выпускающийся китайским производителем Cubieboard Foundation. Благодаря поддержке высокоуровневых объектно-ориентированных языков программирования, наличию всех стандартных шин передачи данных и большинства дистрибутивов операционных систем, эта плата нашла широкое распространение, как среди ИТ-специалистов, так и среди инженеров, чья деятельность связана с автоматизацией.

Технические характеристики микрокомпьютера Cubieboard²:

- Чипсет - Allwinner A10 SoC;
- Центральный процессор - ARM Cortex A8 @ 1 ГГц;
- Графический процессор - Mali 400MP GPU;
- Графический процессор CedarX VPU со способностью декодирования видео 2160p;
- ОЗУ – DDR3 1 ГБ;
- ПЗУ - 4 Гб NAND Flash и слот для MicroSD;
- Интерфейсы – MicroSD, SATA, HDMI 1080p, 10/100 Ethernet, USB Host, USB OTG, CIR;
- Контакты расширения (пины) – 96;
- Размеры – 10 см х 6 см.

Актуальность использования микрокомпьютера

Обладая низким энергопотреблением, простотой установки и настройки программного обеспечения, малые габариты и высокую отказоустойчивость, микрокомпьютер Cubieboard способен автоматически мониторить, сигнализировать и принимать запрограммированные меры в режиме 24/7 без вмешательства человека. Широкий спектр расширения платформы, благодаря таким дополнительным компонентам как платы прототипирования и платы монтажа без пайки, позволяет увеличивать количество контактов микрокомпьютера и серьезным образом влияет на легкость построения демонстрационных стендов для наглядного представления о компонентах системы.

² По данным Cubieboard.org

Формальное описание системы

Рассмотрим аппаратную и программную часть автоматизированной системы обнаружения и реагирования на протечку воды и газа на базе микрокомпьютера Cubieboard.

При подключении платы прототипирования к устройству становятся доступными контакты микрокомпьютера для подключения периферийных устройств, таких как датчики, платы расширения и т.д. Для предложенной автоматизированной системы, в качестве операционной системы лучше всего подходит Linux, а именно дистрибутив Cubian, являющийся сборкой на основе дистрибутива Debian специально для семейства микрокомпьютеров Cubieboard. В ядре операционной системы создана модульная поддержка необходимых шин передачи данных, таких как SPI (Serial Peripheral Interface — последовательный периферийный интерфейс), I2C (Inter-Integrated Circuit – внутренне-интегрированная сеть) и 1-Wire.

После установки и настройки необходимого программного обеспечения в виде пакетов высокоуровневых объектно-ориентированных языков программирования, компиляторов и интерпретаторов, а так же протоколов TCP/IP (Transmission Control Protocol и Internet Protocol), к микрокомпьютеру подключаются датчики протечек и газоанализаторы. Поскольку задачей датчиков протечек является лишь обнаружение присутствия воды, то, соответственно, они дискретные, и могут подключаться к микрокомпьютеру напрямую, без каких либо дополнительных микросхем.

Газоанализаторы же являются аналоговыми сенсорами, так как помимо обнаружения присутствия газа в атмосфере, в зависимости от модели, сенсоры способны определять концентрацию газа, а так же его тип. Поэтому, в связи с отсутствием у микрокомпьютера свободных аналого-цифровых преобразователей (АЦП), необходимо подключать внешний АЦП. Современные АЦП, в большинстве своем, работают по шине передачи данных SPI, что позволяет быстро получать данные с минимальными потерями производительности.

Для реагирования автоматизированной системы на обнаружение протечки используются два компонента системы: моторизированный кран, также подключенный к микрокомпьютеру, и протокол семейства TCP/IP SNMP (Simple Network Management Protocol — простой протокол сетевого управления), отправляющий диспетчеру сигнал об обнаружении угрозы.

Визуализация полученных данных обеспечивается через развертывание веб-сервера, что позволяет видеть структурированную информацию на веб-странице, не прибегая к трудоемкому вводу команд и дополнительному коду в командной строке операционной системы.

Данная автоматизированная система была выбрана в качестве примера как наиболее наглядно демонстрирующая многочисленные возможности современного макетирования и прототипирования устройств широко использующих информационные технологии. Однако же, благодаря использованию масштабирования системы, каждую из перечисленных частей системы можно усложнить и модернизировать, добавив дополнительные модули, такие как GSM-модуль (GSM - Global System for Mobile Communications – глобальный стандарт цифровой мобильной сотовой связи), E-Mail рассылка уведомлений, подключение исполнительных элементов для нейтрализации концентрации газа в атмосфере (вентиляторы и система кондиционирования), автоматическое открывание окон, форточек, заслонок системы вентилирования и многое другое.

Методика подготовки микрокомпьютера как главного элемента автоматизированной системы управления

Первоначально, на Cubieboard установлена операционная система Android, но она не отвечает необходимым условиям для приведенного выше примера автоматизированной системы. Процесс переустановки операционной системы заключается в помещении на microSD накопитель образа необходимого для автоматизированной системы дистрибутива Cubian. После чего, микрокомпьютер загружается со вставленного microSD накопителя. Необходимо отметить, что дистрибутив операционной системы должен быть лишен графической оболочки, по причине полного отсутствия в ней надобности, не говоря уже о том, что он занимает определенный объем памяти.

Для установки требующихся пакетов программ нужно интернет соединение. Оно настраивается следующим образом:

При помощи любого текстового редактора открывается файл интерфейса:

nano /etc/network/interfaces, где, в целях удобства настройки, автоматическое присваивание ip адреса устройства по dhcp протоколу изменяется на static – статический ip адрес по которому устройство всегда будет доступно. Далее, микрокомпьютеру вручную присваивается ip, маска подсети и основной шлюз.

Следом, в файле */etc/resolv.conf* прописывается dns соединение начинающееся с команды *nameserver*.

Для того, чтобы изменения вступили в силу, нужно перезагрузить интерфейс. Это обеспечивается последовательным вводом команд:

```
# ifdown eth0
```

```
# ifup eth0
```

Увидеть, присвоены ли новые данные, можно при помощи команды *# ifconfig*.

Микрокомпьютер Cubieboard обладает 4 ГБ встроенной NAND памяти, что позволяет, после настройки интернет соединения, записать в нее операционную систему с microSD носителя. Это достигается при помощи установки программного пакета *cubian-nandinstall*, и последующим его запуском. Полностью обе команды выглядят так:

```
# apt-get install cubian-nandinstall
```

```
# cubian-nandinstall
```

Однако, данные действия производить не стоит, если на каком то из этапов масштабирования автоматизированной системы потребуется переконфигурировать ядро операционной системы. Конфигурирование ядра и последующая компиляция, как самого ядра, так и модулей (драйверов), производится только на microSD носителе.

После настройки интерфейса eth0 и опциональной записи операционной системы в NAND, необходимо провести улучшение программного обеспечения Linux платформы до последней версии. Это обеспечивается командами:

```
# apt-get update
```

```
# apt-get upgrade
```

Также, можно использовать специализированные команды улучшения для Cubian:

```
# apt-get cubian-update
```

```
# apt-get cubian-upgrade
```

Поскольку микрокомпьютер обладает малыми размерами, его можно монтировать в любом подходящем месте, однако необходимо иметь возможность свободно к нему подключаться. И, для того, чтобы не проводить провода от устройства к монитору и клавиатуре, а так же для экономии пространства, на микрокомпьютере должна быть обеспечена возможность удаленного доступа. Удаленный доступ обеспечивается при помощи установленной программы Putty и настройке соединения по протоколу безопасности SSH (Secure Shell). Этот протокол запускается как сервис и команда по его установке и запуску выглядит так:

```
# apt-get install ssh
```

```
# service ssh start
```

После чего, к микрокомпьютеру можно подключиться, введя в Putty имя пользователя и ip адрес устройства.

Особую важность на данном этапе настройки системы имеет протокол SNMP (Simple Network Management Protocol — простой протокол сетевого управления), поскольку именно он, в приведенной выше системе, обеспечивает информирование оператора об обнаружении воды или газа. Прежде всего, на микрокомпьютер устанавливаются два пакета этого протокола – сам snmp и демон³ snmpd:

```
# apt-get install snmp snmpd
```

После установки необходимо проверить конфигурационный файл демона:

```
# nano /etc/snmp/snmpd.conf
```

Как правило, в этом файле большое число неиспользуемых настроек по умолчанию, поэтому snmpd.conf надо удалить и сконфигурировать заново:

```
# rm snmpd.conf
```

```
# touch snmpd.conf
```

```
# snmpconf -i -f
```

Для конфигурации файла требуется находиться в директории в которой он расположен:

```
/etc/snmp/snmpd.conf
```

Команда начала конфигурирования:

```
snmpd.conf
```

Параметры нового файла:

```
Access Control Setup
```

```
a SNMPv1/SNMPv2c read-only access community name
```

```
community public
```

После того как файл создан и сконфигурирован, необходимо его проверить:

```
# nano /usr/share/snmp/snmpd.conf
```

Копирование файла в директорию /usr для получения доступа:

³ Демон – программа, работающая в фоновом режиме

```
# cp /usr/share/snmp/snmpd.conf /etc/snmp/
```

Перезагрузка сервиса:

```
# service snmpd restart
```

Проверка работы сервиса происходит на локальном ip адресе:

```
# snmpwalk -v2c -c public 127.0.0.1
```

Проверка на настроенном ip адресе:

```
# snmpwalk -v2c -c public IP
```

Подготовка системы визуализации информации автоматизированной системы также строится на начальном этапе настройки микрокомпьютера. Для этого необходимо развернуть веб-сервер для того, чтобы на запрос клиента по протоколу HTTP устройство отправляло HTTP ответ с загрузкой веб-страницей и возможными изображениями опциональных графиков. Для подобных целей рационально использование веб-сервера Lighttpd, распространяемый по лицензии BSD. Процесс развертывания веб-сервера происходит следующим образом:

Установка пакетов необходимого программного обеспечения:

```
# apt-get install lighttpd
```

```
# apt-get install php5-cgi
```

Пакет CGI (*Common Gateway Interface* — общий интерфейс шлюза) для языка программирования PHP обеспечивает связь внешней программы с веб-сервером.

Для активирования этого пакета необходимо в файл */etc/php5/cgi/php.ini* ввести строку

```
cgi.fix_pathinfo = 1
```

Файл конфигурирования */etc/lighttpd/lighttpd.conf* также должен быть отредактирован должным образом. В конец файла необходимо добавить следующие строки:

```
server.modules          = (  
    "mod_access",  
    "mod_alias",  
    "mod_accesslog",  
    "mod_compress",  
    "mod_rewrite",
```

Подключение модуля FastCGI:

```
# nano /etc/lighttpd/conf-available/10-fastcgi.conf  
# lighttpd-enable-mod fastcgi
```

Иногда появляется необходимость в настройке порта по которому будет проходить обмен данными веб-сервера. Для этого в файле */etc/lighttpd/lighttpd.conf* вписывается номер свободного порта.

Правильность конфигурации проверяется командой

```
# lighttpd -t -f /etc/lighttpd/lighttpd.conf
```

Запуск осуществляется командой

```
# /etc/init.d/lighttpd force-reload
```

Или

```
# /etc/init.d/lighttpd restart
```

Для проверки активации PHP в директории */var/www* создается файл *info.php* с текстом

```
<?php
```

```
phpinfo();
```

```
?>
```

Проверка скрипта осуществляется через ввод в адресную строку браузера IP адреса устройства на котором развернут веб-сервер, в данном случае микрокомпьютера, и, через слэш (/), название файла (*info.php*).

Возможно включить поддержку модулей через программную строку:

```
# lighttpd-enable-mod fastcgi
```

```
# lighttpd-enable-mod fastcgi-php
```

На этом первоначальная настройка микрокомпьютера завершена.

Благодаря обеспечению стабильного Интернет-соединения и установке протокола SNMP становится возможным оповещение оператора об интересующих его событиях. Настроить оповещение можно многими способами, и, чем больше датчиков и исполнительных устройств, тем шире возможности по управлению системой. Так, например, если в системе присутствует датчик температуры, SNMP может отправлять уведомление о достижении верхнего или нижнего температурного предела. В приведенном выше примере системы реагирования, SNMP оповещает об обнаружении газа и о присутствии воды. Целесообразно настроить протокол так, чтобы оповещения работали в связке – то есть, как только газоанализатор обнаружил газ, то в сообщении оператору (SNMP TRAP) будет указано, что присутствие газа зафиксировано и активирована система вентилирования помещения. Аналогично и с протечкой воды. Как только сенсор определил наличие жидкости, SNMP TRAP формулирует отчет о факте обнаружения, месте обнаружения и о мерах по предотвращению протечки – перекрывание моторизованного крана. Также рекомендуется подключение датчика присутствия воды непосредственно в трубу водоснабжения до и после моторизованного крана для проверки последнего. Так, если кран перекрыт, то до крана вода есть, а после него, соответственно, отсутствует. Это позволяет более точно отслеживать работоспособность автоматизированной системы.

Информация, собираемая датчиками и программным обеспечением, через веб-сервер, выводится на веб-страницу доступную из браузера. Написанный веб-интерфейс обладает широкими возможностями по улучшению и усложнению, где помимо информации о работоспособности всех элементов системы и их состояний, можно добавлять расчетные таблицы экономии воды, электроэнергии и чистоты воздуха в помещении.

Методика активации контактов GPIO

На плате микрокомпьютера присутствуют девяносто шесть контактов для свободного подключения GPIO. Именно к ним присоединены все датчики и исполнительные устройства и микросхемы. Но для их использования контакты должны быть активированы для возможности программного управления.

Подключение и управление контактами при помощи пакетов WiringCB через язык программирования Python:

Для функционирования данного метода необходима установка дополнительных пакетов программ:

```
# apt-get install git
# apt-get install python-setuptools
# apt-get install gcc
# apt-get install python-dev
```

Далее, надо скачать WiringCB из репозитория, например:

```
# git clone https://github.com/gootoomoon/WiringCB-python.git
```

После того как пакет скачан, находясь в его директории начинается установка Python:

```
# cd WiringCB-python
# python setup.py install
```

В конце установки выводится сообщение в следующем формате:

```
Processing dependencies for wiringpi2==1.0.10
Finished processing dependencies for wiringpi2==1.0.10
```

Означающее, что установка завершена успешно.

В качестве примера управления GPIO этим методом, приведен код программы, управляющий миганием светодиодов на реле:

```
import wiringpi2
pin1 = 50 #Goluboe RELE in2
pin2 = 52 #Goluboe RELE in1
pin3 = 54 #Japan rele in1
pin4 = 53 #in2
pin5 = 56 #in3
pin6 = 55 #in4
pin7 = 58 #Zelenoe RELE GROVE-DRY-RELAY
HIGH = 1
LOW = 0

wiringpi2.wiringPiSetupPhys() # init pin to phy mode, U14(1~48) U15(49~96)
wiringpi2.pinMode(pin1, wiringpi2.GPIO.OUTPUT) # set pin 2 to output mode
```

```
wiringpi2.pinMode(pin2,wiringpi2.GPIO.OUTPUT)
wiringpi2.pinMode(pin3,wiringpi2.GPIO.OUTPUT)
wiringpi2.pinMode(pin4,wiringpi2.GPIO.OUTPUT)
wiringpi2.pinMode(pin5,wiringpi2.GPIO.OUTPUT)
wiringpi2.pinMode(pin6,wiringpi2.GPIO.OUTPUT)
wiringpi2.pinMode(pin7,wiringpi2.GPIO.OUTPUT)
```

while 2:

```
wiringpi2.digitalWrite(pin1,HIGH) # Write HIGH to pin 2(U14 pin 2)
wiringpi2.digitalWrite(pin2,HIGH) # Write HIGH to pin 2(U14 pin 2)
wiringpi2.digitalWrite(pin3,HIGH)
wiringpi2.digitalWrite(pin4,HIGH)
wiringpi2.digitalWrite(pin5,HIGH)
wiringpi2.digitalWrite(pin6,HIGH)
wiringpi2.digitalWrite(pin7,HIGH)
wiringpi2.delay(5000)
wiringpi2.digitalWrite(pin1,LOW) # Write LOW to pin
wiringpi2.digitalWrite(pin2,LOW)
wiringpi2.digitalWrite(pin3,LOW)
wiringpi2.digitalWrite(pin4,LOW)
wiringpi2.digitalWrite(pin5,LOW)
wiringpi2.digitalWrite(pin6,LOW)
wiringpi2.digitalWrite(pin7,LOW)
wiringpi2.delay(5000)
```

Однако, данный метод не лишен таких недостатков, как ограниченное управление аналоговыми устройствами и громоздкой системой правил. Поэтому, в дополнение к WiringCB, управлять GPIO можно и следующим способом:

Информация о контактах микрокомпьютера располагается в файле `script.bin`. Для активации пинов файл переконфигурируется в формат `.fex` через команду `bin2fex`. Там, в секции `[gpio_para]` активируются пины. После этого файл `script.fex` возвращается к формату `.bin` командой `fex2bin`. В качестве примера ниже приведена последовательность действий для активации GPIO 1:

В командной строке вводится строка

```
# echo 1 > /sys/class/gpio/export
```

В директории `/sys/class/gpio/` появляется файл `gpio1_pd0`, где GPIO 1 настроен на вход.

Проверка активности осуществляется командой

```
# cat /sys/class/gpio/gpio1_pd0/direction
```

В качестве ответа выводится слово *in*.

Команды для работы GPIO на выход и вход:

```
# echo out > /sys/class/gpio/gpio1_pd0/direction
```

```
# echo in > /sys/class/gpio/gpio1_pd0/direction
```

Уровень на входе GPIO считывается командой

```
# cat /sys/class/gpio/gpio1_pd0/value
```

Управление выходом GPIO 1:

```
# echo 1 > /sys/class/gpio/gpio1_pd0/value
```

При необходимости в инверсном выходном сигнале задается команда

```
# echo 1 > /sys/class/gpio/gpio1_pd0/active_low
```

Отключение GPIO 1:

```
# echo 1 > /sys/class/gpio/unexport
```

Второй способ управления контактами GPIO можно интегрировать в любую программу управления системой на любом языке программирования, что позволяет избежать необходимости ручного ввода команд непосредственно из командной строки операционной системы.

Подключение чувствительных элементов

Как уже говорилось выше, датчики могут быть аналоговыми или цифровыми. Для подключения цифровых сенсоров к микрокомпьютеру не нужно использование дополнительных микросхем, в то время как для аналоговых датчиков требуется наличие аналого-цифрового преобразователя. Современные датчики передают информацию через шины передачи данных. Эти интерфейсы являются стандартами и широко поддерживаются промышленными компаниями. В приведенной выше автоматизированной системе используются два датчика – газоанализатор MQ4 фирмы DFRobot и датчик протечек фирмы Grove. Первый является аналоговым, второй, соответственно, цифровым.

Спецификации газоанализатора:

- Питание – 5В;
- Тип интерфейса – аналоговый;
- Шина передачи данных – SPI;
- Назначение контактов – 1-вывод, 2-заземление, 3-питание;
- Высокая чувствительность к – натуральному газу, метану;
- Низкая чувствительность к – алкоголю, табачному дыму;
- Быстрый отклик;
- Стабильность и отказоустойчивость;
- Регулируемый радиус действия;
- Размеры – 40x20 мм.

Для подключения MQ4 к микрокомпьютеру необходим аналого-цифровой преобразователь MCP3201, работающий по шине передачи данных SPI.

Характеристики MCP3201:

- Аналого-цифровой преобразователь 12-ти разрядный;
- Диапазон напряжения питания - 2,7 – 5,5 В;
- Два режима интерфейса SPI – 0.0 и 1.1;
- При 5 В питания максимальная скорость выборок – 100 Ksps;
- При 2,7 В питания максимальная скорость выборок – 50 Ksps;

Контакты микросхемы:

- Vref - опорное напряжение (значение младшего разряда преобразования.);
- IN+ - положительный аналоговый вход;
- IN- - отрицательный аналоговый вход;
- Vss - заземление (GND);
- NOTcs/SHDN - контакт выбора микросхемы;
- Dout - выход микросхемы (контакт SPI MISO);
- CLK - контакт SPI синхронизации передачи;
- Vdd - контакт питания микросхемы.

Особенность работы с аналого-цифровым преобразователем MCP3201 заключается в том, что от микросхемы нужно получать два байта информации с последующей обработкой, так как имеются пустые и неопределенные биты, появляющиеся во время синхронизации преобразования сигнала. Также необходимо установить частоту тактирования импульсов в зависимости от напряжения питания: при 5 В, частота 1.6 МГц; при 2,7 В, частота 0.8 МГц. При разных режимах тактирования отправляемые биты имеют разное расположение. Сигнал SPI CS подаваемый для начала преобразования должен быть инверсным.

После подключения аналого-цифрового преобразователя и газоанализатора на микрокомпьютере пишется программа, задающая, через какой промежуток времени проводить измерение и как реагировать на обнаруженную протечку. Так же можно запрограммировать газоанализатор на выявление задымления. Код данной программы выглядит так:

```
const int analogInPin = A0;
```

```
const int ledPin = 13;
```

```
int sensorValue = 0;
```

```
void setup() {
```

```
Serial.begin(9600);
```

```
pinMode(ledPin, OUTPUT);  
}  
  
void loop() {  
  
    sensorValue = analogRead(analogInPin);  
  
    if (sensorValue >= 750)  
    {  
        digitalWrite(ledPin, HIGH);  
    }  
    else  
    {  
        digitalWrite(ledPin, LOW);  
    }  
  
    Serial.print("sensor = " );  
    Serial.println(sensorValue);  
  
    delay(10);  
}
```

Таким образом, настроенный микрокомпьютер объединяет в себе все основные качества микроконтроллера, веб-сервера, системы оповещения и управляющего элемента автоматизированной системы. Единственным недостатком подобной универсальности может служить лишь трудоемкость в написании и отладке программного обеспечения, поскольку, на данный момент, существует не так много специализированных дистрибутивов операционных систем под Cubieboard, не так много сборок ядер под операционные системы и отсутствует единая библиотека наработок программного обеспечения. С развитием платформы Cubieboard этот недостаток исчезнет, и, возможно, системы мониторинга и реагирования в скором времени начнут базироваться на обладающие широким спектром возможностей микрокомпьютеры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стахнов А.А. Linux: 4-е изд., перераб. и доп. – СПб: БХВ-Петербург, 2011. – 752 с.: ил. – (В подлиннике).
2. Крэйг Хант TCP/IP. Сетевое администрирование, 3-е издание. – Пер. с англ. – СПб: Символ-Плюс, 2014. – 816 с., ил.
3. Лафоре Р. Объектно-ориентированное программирование в C++. Классика Computer Science. 4-е изд. – СПб.: Питер, 2012. – 928 с.: ил.
4. Кузнецов М.В., Симдянов И.В. Самоучитель PHP 5/6, 3-е изд., перераб. и доп. – СПб: БХВ-Петербург, 2014. – 672 с.: ил.
5. Зандстра М. PHP: объекты, шаблоны и методики программирования, 3-е изд.: пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2014. – 560 с.: ил. – Парал. Тит. Англ.
6. Гоше Х.Д. HTML 5. Для профессионалов. 2-е изд. – СПб: Питер, 2015. – 560 с.: ил. – (Серия «Для профессионалов»).
7. Токаревский П.А. Изучение объекта мониторинга информационно-измерительных систем мониторинга энергопотребления. 2006 // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов issn 1991-3087 (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус.
8. Ионов Л.П. Разработка автоматизированной системы проектирования интегральных цифроаналоговых преобразователей. 2008. // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов issn 1991-3087 (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус.
9. Камкин А.С., Коцыняк А.М., Смоллов С.А. Средства функциональной верификации микропроцессоров. Журнал Труды Института системного программирования РАН Выпуск № 1 / том 26 / 2014.
10. Герлиц Е.А., Кулямин В.В., Максимов А.В. Тестирование операционных систем. Журнал Труды Института системного программирования РАН Выпуск № 1 / том 26 / 2014.

Oskin Dmitriy Aleksandrovich

Moscow state university of design and technology
Russia, Moscow
E-mail: Dmitriy.Oskin91@gmail.com

Feoktistov Nikolay Alekseevich

Moscow state university of design and technology
Russia, Moscow
E-mail: nikolay.a.feoktistov@gmail.com

The use of microcomputers in solving problems of scaling automated systems for collecting information and respond to events

Abstract. The article shows the use of microcomputers in solving the problem of scaling automated systems for collecting information and respond to a certain way introduced into the system, followed by events notification manager (operator) with the help of network protocols. The description of the process of presetting software microcomputer-based distribution of Linux. The principles of network protocols alert the operator. Compiled and analyzed block diagram of the automated system for detecting and responding to water leakage and gas-based microcomputer Cubieboard. Presented data bus on which the link is a microcomputer with sensors and actuators. The description of the principle of visual imaging device with an interface execution by the web server. Recognised why microcomputer system can be used both in technical and in a residential area.

Keywords: microcomputer; protocols; network; scaling; computer system; software; Linux; automation; Cubieboard; data bus; web server; Web interface; the command line; Internet protocol; sensors; dispatching.

REFERENCES

1. Stakhnov A.A. Linux: 4-e izd., pererab. i dop. – SPb: BKhV-Peterburg, 2011. – 752 s.: il. – (V podlinnike).
2. Kreyg Khant TCP/IP. Setevoe administrirovanie, 3-e izdanie. – Per. s angl. – SPb: Simvol-Plyus, 2014. – 816 s., il.
3. Lafore R. Ob"ektno-orientirovannoe programmirovaniye v S++. Klassika Computer Science. 4-e izd. – SPb.: Piter, 2012. – 928 s.: il.
4. Kuznetsov M.V., Simdyanov I.V. Samouchitel' PHP 5/6, 3-e izd., pererab. i dop. – SPb: BKhV-Peterburg, 2014. – 672 s.: il.
5. Zandstra M. PHP: ob"ekty, shablony i metodiki programmirovaniya, 3-e izd.: per. s angl. – M.: ООО «I.D. Vil'yams», 2014. – 560 s.: il. – Paral. Tit. Angl.
6. Goshe Kh.D. HTML 5. Dlya professionalov. 2-e izd. – SPb: Piter, 2015. – 560 s.: il. – (Seriya «Dlya professionalov»).
7. Tokarevskiy P.A. Izucheniye ob"ekta monitoringa informatsionno-izmeritel'nykh sistem monitoringa energopotrebleniya. 2006 // Zhurnal nauchnykh publikatsiy aspirantov i doktorantov issn 1991-3087 (dostup svobodnyy). Zagl. s ekrana. Yaz. rus.
8. Ionov L.P. Razrabotka avtomatizirovannoy sistemy proektirovaniya integral'nykh tsifroanalogovykh preobrazovateley. 2008. // Zhurnal nauchnykh publikatsiy aspirantov i doktorantov issn 1991-3087 (dostup svobodnyy). Zagl. s ekrana. Yaz. rus.
9. Kamkin A.S. Kotsynyak A.M. Smolov S.A. Sredstva funktsional'noy verifikatsii mikroprotsessorov. Zhurnal Trudy Instituta sistemnogo programmirovaniya RAN Vypusk № 1 / tom 26 / 2014.
10. Gerlits E.A. Kulyamin V.V. Maksimov A.V. Testirovaniye operatsionnykh sistem. Zhurnal Trudy Instituta sistemnogo programmirovaniya RAN Vypusk № 1 / tom 26 / 2014.