

БЕЗЖИЧЕН КОНТРОЛ НА ОБЕКТ В TCP/IP МРЕЖА

Емил Йончев¹, Росен Милетиев²
e_iontchev@yahoo.com, miletiev@tu-sofia.bg

¹ *Висше транспортно училище "Тодор Каблешков", катедра "СОТС"
ул. "Гео Милев" 158, София 1574*

² *Технически Университет – София, София 1000, бул. "Кл. Охридски" 8
катедра "Радиокомуникации и видеотехнологии",
БЪЛГАРИЯ*

Ключови думи: микроконтролер, интернет на нещата, интегрирана среда за развитие, сензори.

Резюме: В днешни дни интернет мрежата освен за достъп до информация, съдържаща се главно в уеб сайтове, се използва и от множество интелигентни устройства, които събират информация за околната среда, обменят я помежду си, контролират и управляват системи улесняващи живота на хората. Те (интелигентните устройства) стават интернет интерфейс на реалния свят. Броят на тези устройства се увеличава непрекъснато. Това се случва благодарение на три фактора: лесният достъп до интернет, наличието на микроконтролери с ниска цена, с достатъчна изчислителна мощ и възможност да се свързват към интернет и третият фактор са изчисленията в «облак». В статията е представена методика за реализиране на система за дистанционен контрол на обект в рамките на локална WiFi мрежа. Системата за развитие Simplelink Wi-Fi CC3200 Launchpad на фирмата Texas Instruments е използвана като платформа, която предлага микроконтролер, съответната периферия улесняваща програмирането му, както и сензори и елементи, които могат да се изпълняват ролята на изпълнителни механизми. Описан е начина за програмиране на микроконтролера като уеб сървър и програмирането на функции за комуникация със сензори и за управление на цифрови и аналогови изходи. Вследствие на това от уеб клиенти може да се изпращат команди към обекта, както и обекта може да публикува данни на уеб сървъра.

ВЪВЕДЕНИЕ

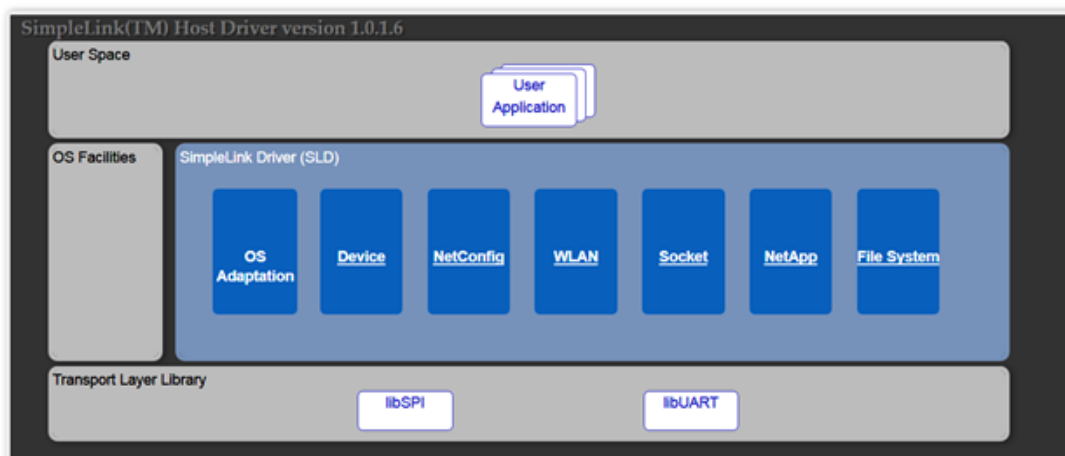
В настоящето няколко съвременни технологични парадигми предопределят широкото разпространение на микроконтролерите - три пъти повече от всички останали процесори[1]. Част от тези технологии са: Интернет на нещата, сградна и индустриална автоматизация, автономно управление на обекти, надеждни и безопасни комуникации, вграждане в сензори, системи с разпределена интелигентност, „умни“ дрехи. Най големите производители и дистрибутори на микроконтролери са: Cypress Semiconductor, Infineon Technologies, Microchip Technology, NXP Technologies, Renesas Electronics, STMicroelectronics, Texas Instruments[2]. Стремешът на разработчиците е да вградят повече функционалности в микроконтролерите, с цел по-бързото им

включване в съответните проекти, а оттам и по-голям пазарен дял. Такъв е и първият безжичен микроконтролер CC3200 на фирмата Texas Instruments[3]. Той е с възможност за Wi-Fi връзка към безжични мрежи и има вграден пълен стек протоколи за връзка към интернет. За улесняване на потребителите при запознаване с възможностите на микроконтролера, фирмата Texas Instruments предлага системата за развитие SimpleLink Wi-Fi CC3200 LaunchPad[4]. Същата е използвана за реализиране на проект за безжичен контрол на обект в TCP/IP мрежа.

2. ПРОГРАМНО ОСИГУРЯВАНЕ НА МИКРОКОНТРОЛЕРА

Основните характеристики на микроконтролера и системата за развитие са разгледани в [5]. За бързото конфигуриране на микроконтролера и системата за развитие от фирмата е разработен програмен кит за развитие (SDK). Той предоставя платформа за лесна употреба на мрежовите WLAN услуги и драйвери за различните периферни устройства. Също така са вградени и много примери за използване на периферните интерфейси и мрежови услуги[6]. CC3200 Foundation SDK включва два основни блока:

- SimpleLink Library – съдържа приложни програмни интерфейси, които обслужват функциите за свързване Фиг. 1;
- Peripheral Driver Library - съдържа приложни програмни интерфейси за достъп до периферните устройства на микроконтролера и компонентите на ядрото ARM Cortex-M4 Фиг. 2.



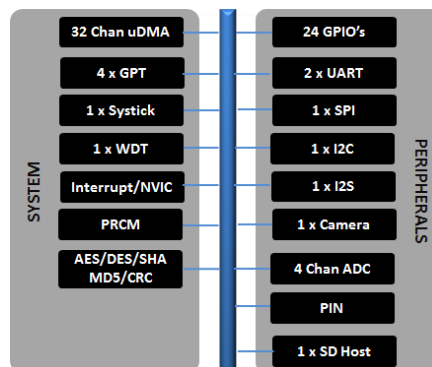
Фиг.1. Компоненти на SimpleLink Library

За по-лесно разбиране на отделните възможности на SimpleLink Framework, отделните функции са разделени в отделни модули - Device, Wlan, Socket, Netapp, Netcfg, FileSystem.

По премълчаване SimpleLink блока е конфигуриран да поддържа широк кръг от приложения. На потребителят е дадена възможност да настройва конфигурацията в зависимост от конкретното приложение. Всички модификации и настройки на портове се правят във файла *user.h*. Това дава възможност за лесно преминаване към нови версии на библиотеки, като се правят промени само в този файл.

Библиотеката с драйвери може да бъде използвана от приложенията с цел ускоряване на конкретните разработки, по-добро използване на паметта и други допълнителни функции. В състава на SDK са включени също така и многозадачно ядро за реално време SYS/BIOS и операционна система за реално време TI-RTOS, включваща допълнителен междинен интеграционен софтуер и драйвери на устройства.

Предвидена е структура за управление на модулите на захранването.



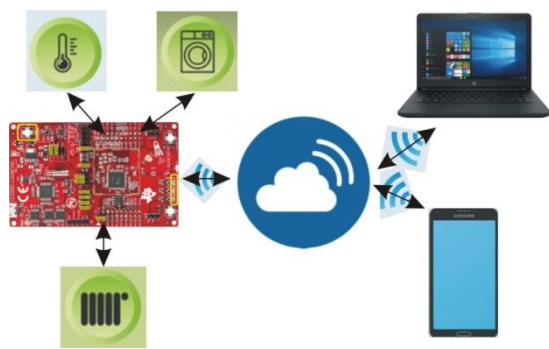
Фиг.2. Компоненти на Peripheral Driver Library

За създаване на нови програми, компилирането им и отстраняване на грешки, фирмата Texas Instruments предлага интегрираната среда за развитие (ИСП) Code Composer Studio (CCS). За програмиране на серийната памет (външна за микроконтролера) се използва друга среда за развитие Uniflash. Тя предлага запис на копия на отделни файлове, смяна на софтуера на отделни модули, форматиране на серийната памет. Друга възможност за програмиране на серийната памет се предлага с ИСП Energia[7]. Тя също предлага възможности за създаване на нови програми, компилирането им и програмиране на CC3200 LaunchPad. Съдържа много примерни програми с различно ниво на трудност. Те са базирани на C/C++ и се компилират с компилатора с отворен код MSPGCC. Средата на Energia се основава на ИСП и език за програмиране Processing и включва модификации, направени на базата на платформата за развитие Wiring. Това прави тази среда много близка до широко разпространената с отворен код платформа Arduino[8]. Това дава възможност част от проектите, които са правени за Arduino да бъдат използвани в Energia. Същевременно тази среда има и своите недостатъци, а именно не може да се извърши отстраняване на грешки в програмата в реално време. Това донякъде е отстранено с предоставяне а възможността програма написана в средата на Energia да бъде прехвърлена в ИСП CCS[9].

3.ПРОЕКТ ЗА БЕЗЖИЧЕН КОНТРОЛ НА ОБЕКТ В ТСР/IP МРЕЖА

За реализиране на система за безжичен контрол на обект има много възможни сценарии, като всеки един се характеризира със съответна елементна база, алгоритъм на работа, оформление на интерфейса между оператора и устройството, себестойност и т.н. В статията е прието системата да бъде реализирана като се използва безжичният микроконтролер CC3200, поради факта, че той съчетава освен задължителните функции на всеки микроконтролер и функциите за мрежова свързаност, при цена сравнима с цената на другите. За програмирането на микроконтролера е избрано да се използва ИСП Energia. Това дава възможност много програми и библиотеки със свободен достъп писани за платформата Arduino да бъдат адаптирани за решения реализирани със CC3200. Тези програми и наличието на вградените в микроконтролера протоколи за мрежова свързаност дават предимство на представеното решение пред други подобни решения реализирани с друг микроконтролер или с друга ИСП.

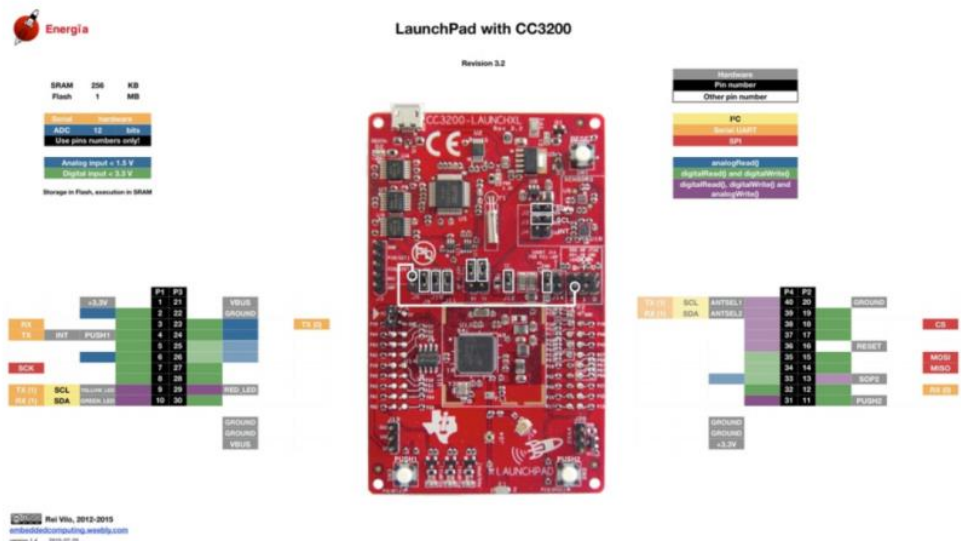
В конкретната реализация е предвидено да може да се включва и изключва един обект посредством реле, управление на три светодиода, както и регистриране на определен параметър на контролирания обект. Общият вид на системата е показан на фигура 3.



Фиг.3. Общ вид на системата за контрол на обект

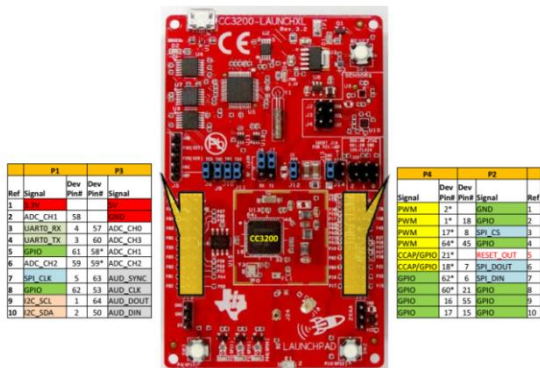
Управляващата програма за микроконтролера е реализирана на базата на програмата SimpleWebServerWiFi, която е дадена като пример в ИСР Energia. Релето се включва към един от изводите на двата разширителни 20 изводни куплунга, разположени върху CC3200 LaunchPad. Дефинирането, кои изводи на микроконтролера ще бъдат използвани може да стане по два начина – като се използва програмата **PinMux** или се използват означенията на изводите както е показано на фигура 4[10].

Използването на първият начин е за предпочитане когато се използва ИСР CCS, защото се генерират два файла - pin_mux_config.h и pin_mux_config.c, които директно се използват в програмния код. Когато се използва ИСР Energia за предпочитане е да се използват означенията от фигура 4, където не се работи с номера на изводи на микроконтролера, а директно се изписват номерата на изводите на разширителните куплунзи.



Фиг.4. Означение на изводите на CC3200 LaunchPad в ИСР Energia

Връзката между изводите на микроконтролера и номерата на изводите на разширителните куплунзи е показана на фигура 5. Тази връзка се използва в случай, че в ИСР Energia, изводите се дефинират като се използват редове от файла pin_mux_config.c. Как се дефинира един и същи извод на микроконтролера по двата разгледани начина е показано на фигура 6.



Фиг.5. Връзка между изводите на CC3200 и изводите на разширителните куплунзи

Задаване като се използват редове от програмата PinMux

```
void setup()
{MAP_PinTypeGPIO(PIN_15, PIN_MODE_0, false);
MAP_GPIODirModeSet(GPIOA2_BASE, 0x40,
GPIO_DIR_MODE_OUT);}
....
void loop()
{if (endsWith(buffer, "GET /HG")) {
MAP_GPIOPinWrite(GPIOA2_BASE, GPIO_PIN_6, 0);
// GET /H задава високо ниво на извод 10 от P2,
съгласно фиг.4}}
```

И задаване посредством фигура 3:

```
void setup()
{pinMode(11, OUTPUT);}
....
void loop()
{if (endsWith(buffer, "GET /HG")) {
digitalWrite(11, HIGH); // GET /H задава високо ниво
на извод 11 от P2 съгласно фиг.3}}
```

Фиг.6. Дефиниране на един и същи извод по двата разгледани начина

За осъществяване на комуникация с обекта е реализиран Wi-Fi web сървър, който използва основните функционалности предлагани от библиотеката <WiFi.h> и езика HTML. Вида на страницата на сървъра е показан на фигура 7.

Welcome to the CC3200 WiFi Web Server

WEB Server to turn on/off of LEDS on the bord and connect OBJECT to P11

RED LED

.....

GREEN LED

.....

YELLOW LED

.....

OBJECT

.....

READ ANALOG

Фиг.7. Страницата на WEB сървъра

Програмният код е съхранен в последователната флаш памет, която е на разположение на микроконтролера. При подаване на захранващо напрежение на CC3200 Launchpad се стартира програмата, която осъществява връзка с достъпна Wi Fi мрежа и получава интернет адрес, на който web сървъра е достъпен. Този процес се наблюдава посредством вградения монитор на ИСР Energia. При стартиране на web браузър и въвеждане на получения IP адрес, се осъществява свързване с реализираният сървър. Посредством кликуването върху различните бутони на уеб страницата се включва и изключва свързаният обект, включват различните светодиоди или се получава информация за следен параметър на обекта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В доклада са представени основните моменти от реализирането на система за дистанционен контрол на обект в Wi-Fi мрежа. За целта е използвана системата за развитие SimpleLink Wi-Fi CC3200 LaunchPad и ИСР Energia. Представена е методика

за включване на различни периферни елементи към системата и как се дефинират изводите на микроконтролера, в избраната ИСР. Синтезиран е опростен web сървър, с чиято помощ се контролира съответния обект. Като се използва разгледаната методика, към сървъра може много лесно да се добавят още обекти за контрол. Материалът в статията ще е полезен за хора, които имат познания при програмиране на някои от платките на фамилията Arduino и имат желание да реализират проекти с използване на микроконтролера CC3200.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] <https://technology.ihs.com/api/binary/509186>
- [2] <https://www.businesswire.com/news/home/20170517005997/en/Top-7-Vendors-Global-Microcontrollers-Market-2017-2021>
- [3] <http://www.ti.com/product/CC3200>
- [4] <http://www.ti.com/tool/cc3200-launchxl>
- [5] Йончев Емил, Росен Милетиев, Програмиране на Simplelink Wi-Fi CC3200 Launchpad от интернет платформа, Механика, транспорт, комуникации, том 15, брой 3, 2017 г., стр. XI-1 - XI-6, ISSN 1312-3823
- [6] CC3200 SimpleLink Wi-Fi and IoT Solution, a Single Chip Wireless MCU, Programmer's Guide, Literature Number: SWRU369C, June 2014–Revised March 2016
- [7] <http://energia.nu/reference/>
- [8] <https://www.arduino.cc/>
- [9] <http://energia.nu/guide/import-energia-sketch-to-ccsv6/>
- [10] <https://embeddedcomputing.weebly.com/launchpad-cc3200-wifi.html>

WIRELESS CONTROL OF AN OBJECT IN TCP / IP NETWORK

Emil Iontchev¹, Rosen Miletiev²
e_iontchev@yahoo.com, miletiev@tu-sofia.bg

¹*Todor Kableshkov University of Transport, 158, Geo Milev Str., 1574, Sofia*

²*Technical University of Sofia,
Faculty of Telecommunications, 8 Kl. Ohridski Blvd, 1000, Sofia 1000,
BULGARIA*

Key words: microcontroller, internet of things, integrated development environment, sensors.

Abstract: Nowadays, an internet network in addition to the web is also used by many intelligent devices to gather information about the environment, exchange it, control and manage systems that make life easier for people. They (smart devices) become an internet interface of the real world. The number of these devices is increasing steadily. This is due to three factors: easy internet access, low cost microcontrollers with sufficient computing power and Internet connectivity, and the third factor is cloud computing. The article presents a methodology for implementing a remote object control system within a local WiFi network. Texas Instruments's Simplelink Wi-Fi CC3200 Launchpad is used as a platform that offers a microcontroller, as well as sensors and elements that can be used as actuators. Described is how to program different pins of a microcontroller as a digital/analog input or output and connect the different devices to them. The microcontroller is programmed as a web server. As a result, web clients can send commands to the object, and the object can publish data on the web server.