

Modul brezžičnih senzorskih omrežij SPaRCMosquito v.2

Marko Malajner, Karl Benkič, Peter Planinšič, Dušan Gleich, Žarko Čučej
Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko
Smetanova 17, 2000 Maribor
marko.malajner@uni-mb.si

Wireless sensor networks module SPaRCMosquito v.2

In recent years the world of microprocessors and embedded systems is greatly influenced by the popularity of the ARM-architecture, and more recently the Cortex-architecture, which is based on ARM. We developed the wireless sensor network (WSN) module based on microcontroller with Cortex M3 architecture, which we refer to as SPaRCMosquito v.2. The module consists of several communication interfaces for integration with different kinds of networks. We present some already successfully realized applications and use for education and research.

Kratek pregled prispevka

V zadnjih letih je na svet mikrokontrolerov in vgrajenih sistemov močno vplivala popularnost ARM-arhitekture ter zadnje čase zlasti Cortex-arhitekture, ki temelji na ARM. Razvili smo modul brezžičnih senzorskih omrežij (BSO) na osnovi mikrokontrolerka s Cortex M3 arhitekturo, ki smo ga poimenovali SPaRCMosquito v.2. Modul je sestavljen iz več komunikacijskih vmesnikov za povezavo z različnimi vrstami omrežij. Predstavljamo nekaj že uspešno realiziranih aplikacij ter uporabo v pedagoškem in raziskovalnem delu.

1 Uvod

V zadnjih letih je v porastu razvoj brezžičnih senzorskih omrežij, ki so namenjena različnim aplikacijam. Senzorsko omrežje ima nalogo, da zbira fizikalne podatke svoje okolice, jih do določene mere tudi obdela in pošlje v zbirni center oz. bazno postajo, kjer so na voljo odjemalcem. Osnova so majhne senzorske enote, ki so sestavljene iz štirih osnovnih gradnikov: iz senzorjev, ki zaznavajo okolico, iz avtonomnega napajanja (baterija, akumulator, sončne celice, itd.), iz radia, ki pošilja zbrane informacije v svet ter mikrokontroler, ki povezuje vse gradnike in tudi delno obdela podatke.

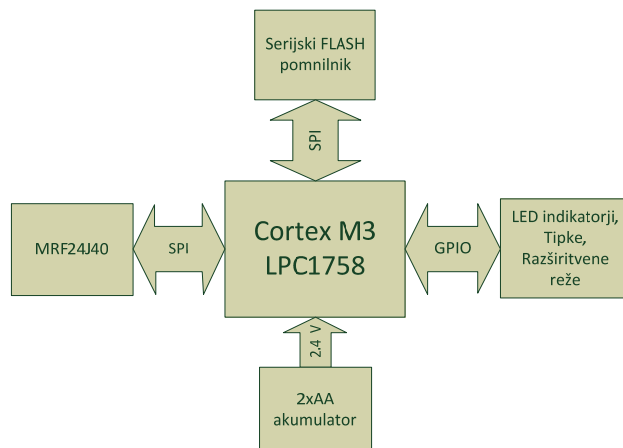
Na tržišču najdemo precejšnje število modulov brezžičnih senzorskih omrežij (BSO) za različne namenske aplikacije. Razvili smo lasten modul, ki temelji na modernem visoko zmogljivem mikrokontrolerju z ARM oz. Cortex M3 arhitekturo, ki ima naslednje lastnosti: možnost raznolike nadgradnje, majhna poraba energije, na osnovni plošči integriran radijski modu in majhne dimenzije. Poimenovali smo ga SPaRCMosquito v.2 (osnovni na sliki 2 in razširjeni na sliki 5).

V nadaljevanju bomo podrobneje opisali osnovni in razširjeni modul. Predstavili bomo tudi že nekatere uspešno realizirane aplikacije.

2 SPaRCMosquito v.2 BSO osnovni modul

Baterijsko napajan osnovni modul se ponaša z zmogljivim mikrokontrolerjem Cortex M3 [1].

Cortex M3 so zelo razširjeni v mobilnih napravah zaradi procesne zmogljivosti (LPC17xx v SPaRCMosquito zmore 125 MIPS) in nizke porabe energije. Tukaj uporabljena dva AA-akumulatorja s kapaciteto 3 Ah zadostujeta za celo dnevno neprekinjeno obratovanje s polno zmogljivostjo. Vgrajen DC/DC pretvornik omogoča indikacijo izpraznjenosti akumulatorjev ter skrbi za konstantno 3.3 V napajanje modula. Blokovno shemo osnovnega modula prikazuje slika 1.



Slika 1: Blokovna shema osnovnega senzorskega modula.

Na osnovnem modulu je integriran radijski modu MRF24J40, ki podpira standard IEEE 802.15.4 ("ZigBee") [2]. Podpira prosto razpoložljiv ISM-pas 2.4 GHz in ima na tiskanem vezju izdelano ("microstrip") anteno. Zunanji videz osnovnega modula prikazuje slika 2.

Poleg naštetega je na modulu še nekaj kontrolnih tipk in LED-indikatorjev ter tri razširitvene reže.

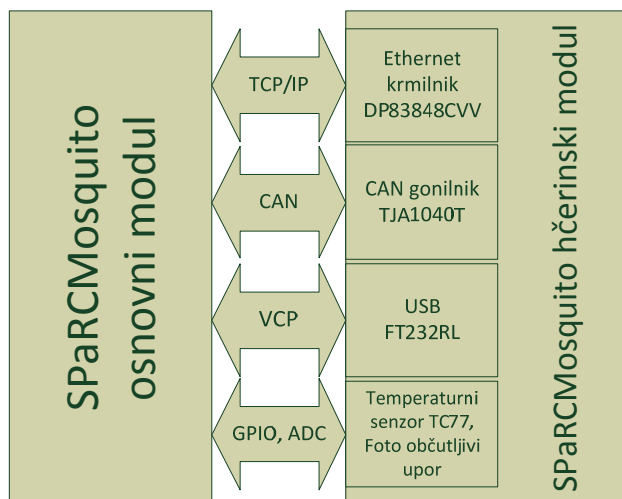


Slika 2: SPaRCMosquito v.2 osnovni modul

3 SPaRCMosquito v.2 razširjeni BSO modul

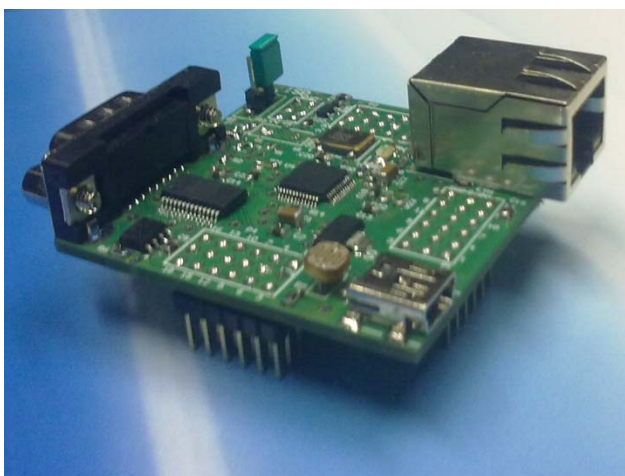
Ker ima osnovni modul od perifernih enot samo radijski modu, smo ga nadgradili s hčerinskim modulom. Hčerinski modul

omogoča priključevanje dodatnih perifernih enot. Hčerinski modul priključimo preko treh razširitvenih rež. Blokovno shemo razširjenega modula prikazuje slika 3.

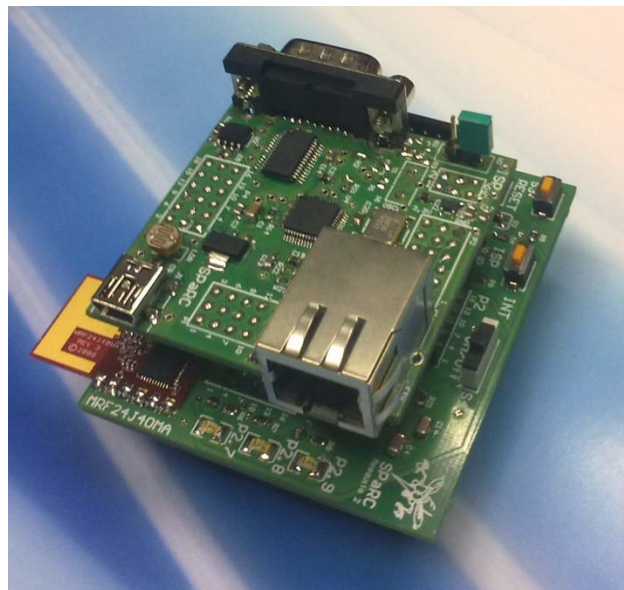


Slika 3: Blokovna shema hčerinskega modula.

Hčerinski modul omogoča različne aplikacije. Na njem smo strnili kar nekaj komunikacijskih protokolov: TCP/IP, CAN in USB (VCP). Preko USB-ja lahko programiramo flash pomnilnik v mikrokrmilniku s pomočjo vgrajenega zagonskega programa. Poleg vsega je dodan še digitalni temperaturni senzor in pa foto občutljiv upor za merjenje svetilnosti. Na sliki 4 je fotografija hčerinskega modula. Na sliki 5 pa razširjeni modul.



Slika 4: SPaRCMosquito v.2 hčerinski modul



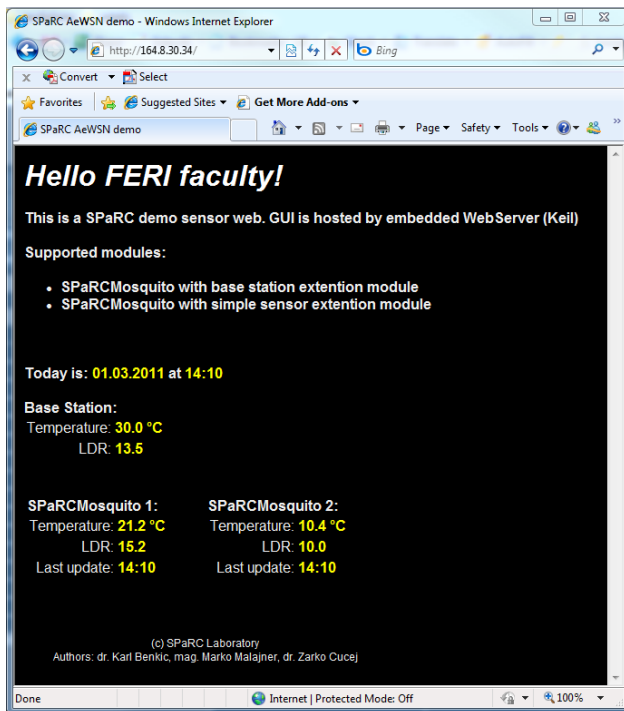
Slika 5: SPaRCMosquito v.2 razširjeni BSO modul

4 Aplikacije

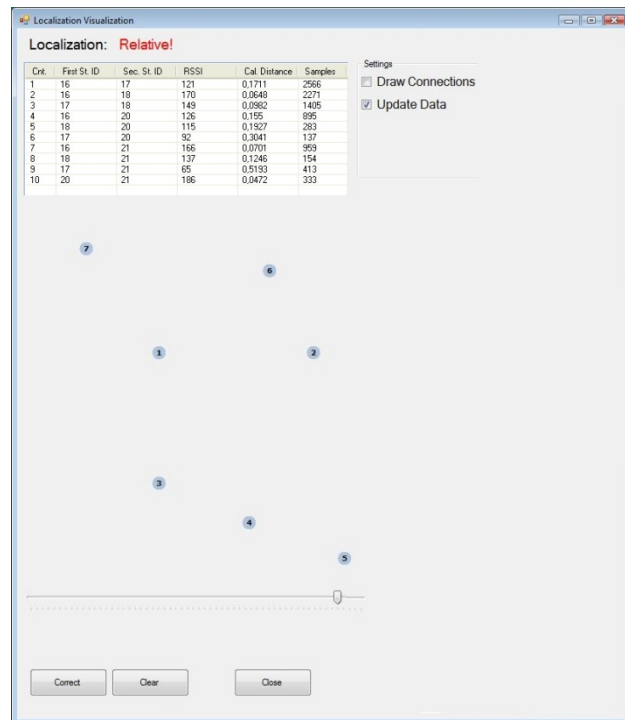
S SPaRCMosquito osnovnim in razširjenim modulom lahko izvedemo različne aplikacije v industriji, kmetijstvu, zgradbah, pisarnah in drugje. V nadaljevanju bomo opisali nekaj že uspešno izvedenih.

4.1 Daljinsko merjenje temperature

Ena od osnovnih aplikacij je daljinsko merjenje temperature. Razširjeni modul s prirejenim hčerinskim modulom za zajemanje temperature lahko postavimo v različne prostore in brezžično spremljamo temperaturo na centralni ali bazni enoti. Uporabimo lahko več komunikacijskih protokolov, kot na primer pogosto uporabljeni "ZigBee", kateri s poznanimi prednostmi omogoča zanesljivo povezavo in nizko potrošnjo energije. Na razpolago imamo tudi okrnjeni "ZigBee," ki so ga razvili pri podjetju Microchip in ga poimenovali "MiWi". Za enostavne aplikacije, kjer imamo eno centralno enoto in le nekaj ostalih, pa lahko naredimo svoj preprosti protokol.



Slika 5 Spletna stran, ki teče na mikrokrmilniku.



Slika 6 Vizualizacija merjenje razdalj na osebem računalniku.

Druga od možnosti je brezžično zajemanje temperatur na modulih in njihovo spremljanje preko interneta. SPaRCMosquito hčerinski modul ima vgrajen ethernet priključek. Cortex M3 je dovolj zmogljiv, da lahko samostojno emulira spletni strežnik, zato lahko modul priključimo kjerkoli na IP-omrežje, če mu dodelimo prosti IP-naslov. Seveda se pri tem takoj ponudi možnost upravljanja pametne hiše preko interneta s poceni strojno in programsko opremo. Na sliki 6 je prikazana spletna stran aplikacije prikazovanje merjenih temperatur, ki je v celoti postavljena na Cortex mikrokrmilniku.

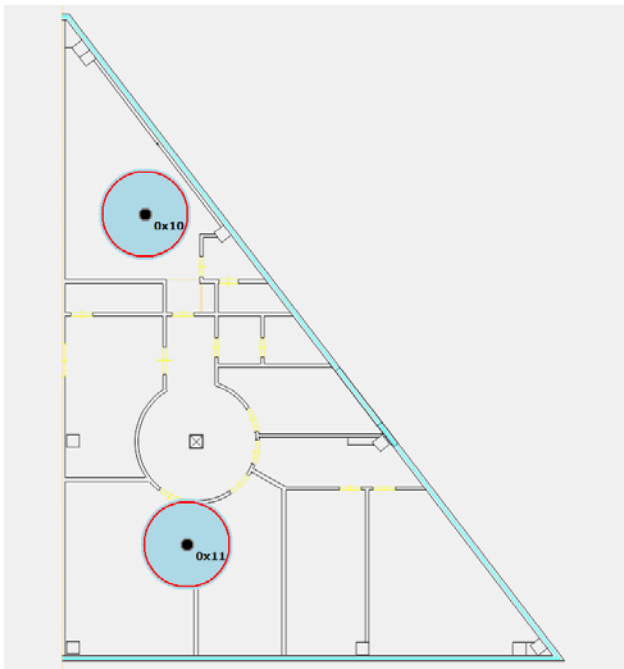
4.2 Merjenje razdalj

RF modul s čipom MRF24J40 po standardu IEEE802.15.4 omogoča branje moči sprejete energije in kvalitete RF-signala. To zmožnost lahko izkoristimo za merjenje razdalje med oddajniki in sprejemniki moduli.

Oddani signal ima v vakuumu in v prostoru brez ovir lastnost, da mu pada moč potenco (2 do 4) razdalje. V praksi je stvar bolj kompleksna, saj imamo običajno veliko ovir med sprejemnikom in oddajnikom. Vseeno lahko za merjenje večjih razdalj uporabimo brez-odbojni ali eno-odbojni model razširjanja radijskih valov. Na sliki 7 je prikazana vizualizacija merjenja razdalj med več oddajniki in sprejemniki na osebem računalniku [3,4]. V točkah so prikazane pozicije oddajnikov v tabeli zgoraj pa njihove medsebojne razdalje.

4.3 Lokalizacija statičnih in gibajočih se objektov

Podobno kot pri merjenju razdalj, tudi pri lokalizaciji uporabimo informacijo o velikosti kakovosti sprejetega signala. Najenostavnejša je lokalizacija s triangulacijo, kjer potrebujemo tri sprejemnike/oddajnike z znano lokacijo, četrtemu pa jo iščemo iz izmerjenih medsebojnih razdalj.



Slika 7: Lokalizacija objektov na osebnem računalniku.

V praksi nastopi pri krajših razdaljah med moduli zaradi odbitih signalov od zemlje in objektov ter drugih valovnih pojavov problem nezanesljivega merjena razdalje [5]. Zato v svetu in našem laboratoriju raziskujemo in razvijamo nove metode lociranja objektov z uporabo statistike in teorije verjetnosti. Objekt, ki mu hočemo slediti je opremljen z baterijsko napajanim brezžičnim modulom SPaRCMosquito. Ta konstantno oddaja na časovno enoto paket podatkov. Sprejemniki sprejemajo pakete in iz števila sprejetih paketov bazna postaja oceni lokacijo objekta. Seveda vsi sprejemniki imajo v naprej znano lokacijo v prostoru.

5 Uporaba za pedagoško in raziskovalno delo

Razvite oz. izdelane moderne in zmogljive brezžične senzorske module uporabljamo v pedagoškem procesu za učenje sodobnih žičnih brezžičnih komunikacij, brezžičnih senzorskih omrežij ter daljinskega vodenja. Naj omenimo uspešno izvedene študentske projekte brezžičnega vodenja električnega avtomobilčka. Razviti moduli omogočajo na primer izvajanje raziskav novih lokalizacijskih metod v brezžičnih senzorskih omrežjih, gradnje "Ad-Hoc" omrežij in novih komunikacijskih protokolov.

6 Zaključek

V članku smo opisali modul brezžičnih senzorskih omrežij SPaRCMosquito v.2. Opisali smo tudi nekaj uspešno izvedenih aplikacij ter uporabo v pedagoške in raziskovalne namene.

7 Literatura

- [1] NXP Semiconductors, www.nxp.com.
- [2] ZigBee, www.zigbee.org.
- [3] M. Malajner, Lokalizacijske tehnike v brezžičnih senzorskih omrežjih, magistrsko delo, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Maribor 2009.
- [4] K. Benkic, M. Malajner, P. Planinsic, Z. Cucej, On Line Measurements and Visualization of Distances in WSN with RSSI Parameter, IWSSIP, Chalkida 2009.
- [5] M. Malajner, K. Benkic, P. Planinsic, Z. Cucej, The Accuracy of Propagation Models for Distance Measurement between WSN Nodes, IWSSIP, Chalkida 2009.