

**UNIVERZITET U KRAGUJEVCU
FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA
ČAČAK**

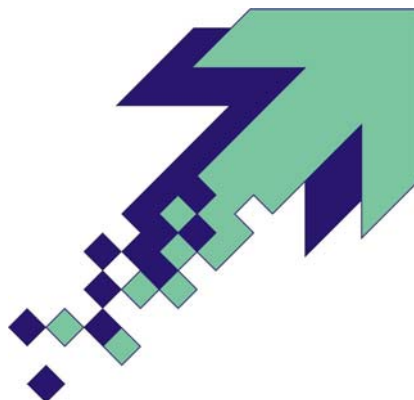


INTERNI IZVEŠTAJ

**SISTEM ZA ODREĐIVANJE
VEROVATNOĆE GREŠKE BEŽIČNOG
PRENOSA U IEEE 802.15.4 MREŽAMA**

**PROJEKAT TR32043
MINISTARSTVO PROSVETE, NAUKE I TEHNOLOŠKOG RAZVOJA**

LABORATORIJA ZA RAČUNARSKU TEHNIKU



**ČAČAK
2013.**



SISTEM ZA ODREĐIVANJE VEROVATNOĆE GREŠKE BEŽIČNOG PRENOSA U IEEE 802.15.4 MREŽAMA

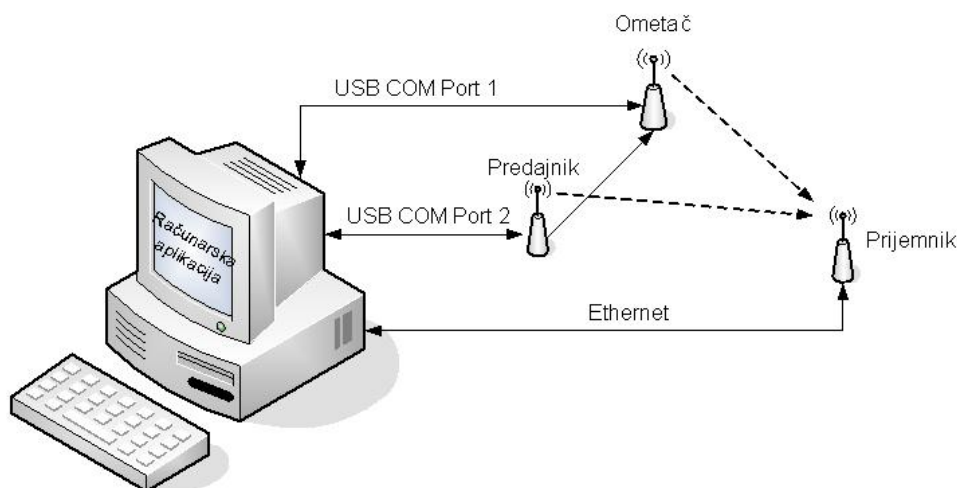
Digitalne bežične komunikacije, kao i ostali vidovi komunikacija, podložne su smetnjama koje se ogledaju u pojavi grešaka u prenosu korisnih informacija. Greške u bežičnim komunikacijama mogu nastati usled uticaja pozadinskog šuma i interferencije drugih tipova mreža, kao i kolizija signala u mreži nastalih od uređaja koji ne poštuju pravo pristupa medijumu. Poznavanje verovatnoće greške prenosa u IEEE 802.15.4 mrežama važno je kod primene ovih mreža u realnom okruženju. Kako bi se povećala otpornost na smetnje, savremeni primopredajnici koriste tehnike proširenog spektra, što je i slučaj sa primopredajnicima kompatibilnim sa IEEE 802.15.4 standardom. Korišćenje ovakvih tehnika značajno povećava kompleksnost IEEE 802.15.4 primopredajnika, ali unosi i složenost u pogledu korišćenja matematičkog aparata potrebnog za određivanje očekivane verovatnoće pojave greške u bežičnom prenosu. U takvim situacijama najčešće se koriste empirijski modeli verovatnoće pojave greške bazirani na izmerenim podacima u realnim ili laboratorijskim uslovima.

Sistem predstavljen ovim tehničkim rešenjem namenjen je za merenje verovatnoće greške bežičnog prenosa u IEEE 802.15.4 mrežama, nastalih usled uticaja pozadinskog šuma, interferencije drugih mreža i kolizija nastalih između uređaja unutar IEEE 802.15.4 mreže. Realizovani sistem za komunikaciju sa predajnicima koristi virtuelnu serijsku vezu koja je implementirana korišćenjem USB CDC protokola na USB portu. Predajnicima je jednoznačno dodeljen odgovarajući virtuelni serijski port na osnovu svog deskriptora. Prijemnik sa računarom komunicira putem Gigabitnog Ethernet-a, što podrazumeva da računar poseduje Gigabit Ethernet mrežni adapter. Softverski radio može biti direktno povezan sa računarom putem Cat5 ukrštenog kabla ili preko Gigabit Ethernet switch-a.

Sistem za određivanje verovatnoće greške u bežičnom prenosu poredi pakete poslate od strane predajnika sa paketima primljenim od strane prijemnika. Kako bi se simulirao uticaj

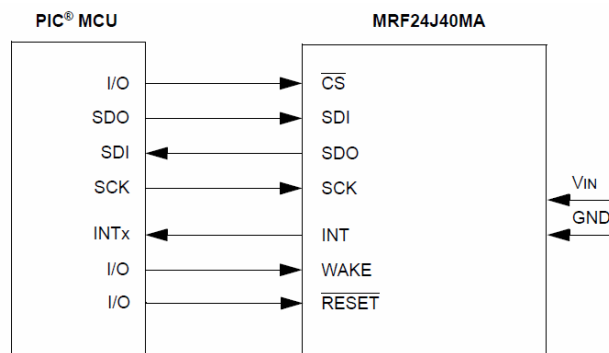


kolizija usled istovremene transmisije sa drugog IEEE 802.15.4 predajnika, iskorišćen je još jedan predajnik koji ima ulogu ometača i koji šalje pakete podataka koji su slučajnog sadržaja (slika 1). Ometač je sinhronizovan sa predajnikom žičnom vezom kako bi započeo istovremenu transmisiju sa predajnikom i kako bi na prijemniku izazvao koliziju paketa. Paketi primljeni od strane prijemnika, šalju se u računarsku aplikaciju, gde se demodulišu kako bi se izdvojio koristan sadržaj i upoređio sa poslatim paketom. Poređenjem primljenih i poslanih paketa, računarska aplikacija broji nastale greške i određuje verovatnoću pojave greške u bežičnom prenosu.



Slika 1. Arhitektura sistema za merenje verovatnoće greške

Radio predajnik namenjen je za slanje paketa koji se dobijaju od strane računarske aplikacije. Radio predajnik realizovan je korišćenjem razvojnog sistema OLIMEX P1343, baziranom na mikrokontroleru sa ARM Cortex M3 arhitekturom. Razvojni sistem povezan je sa računarom USB vezom preko koje se istovremeno vrši i njegovo napajanje. Razmena podataka sa računarom vrši se putem USB CDC protokola koji ovu vezu predstavlja kao virtuelni serijsku vezu. Razvojni sistem proširen je preko UEXT konektora komunikacionim adapterom na kome se nalazi Microchip MRF24J40MA, IEEE 802.15.4 kompatibilni primopredajnik. Komunikacija mikrokontrolera sa MRF24J40MA primopredajnikom odvija se putem četvorožične SPI magistrale i dodatnih ulazno/izlaznih signala (slika 2).



Slika 2. Interfejs mikrokontrolera sa MRF24J40MA primopredajnikom

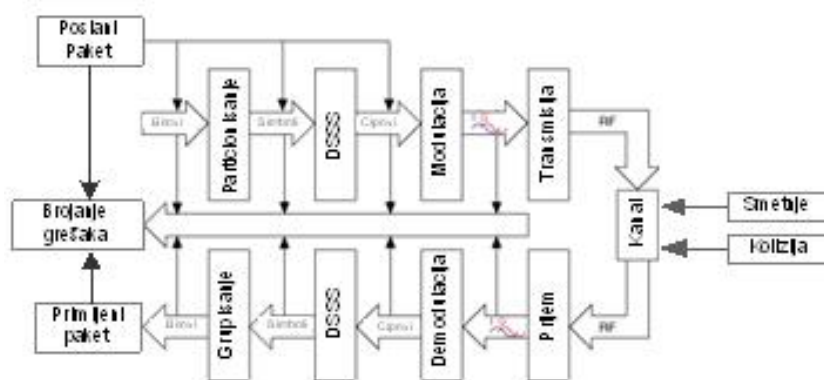
Komercijalno dostupni IEEE 802.15.4 primopredajnici se realizovani kao monolitne komponente kod kojih nije moguć pristup unutrašnjim stepenima prijemnika. Korišćenjem softverskog radija omogućava se izrada bežičnih primopredajnika sa otvorenim pristupom svim delovima primopredajnika što je od značaja u istraživanju i brzom razvoju novih arhitektura primopredajnika. Softverski radio omogućava da se radio signali mogu direktno uvesti u računar kako bi se mogao pratiti njihov spektar, ili demodulacijom izdvojiti njihov koristan sadržaj.

Ettus USRP N210 softverski radio predstavlja programabilnu radio platformu zasnovanu na Xilinx® Spartan® 3A-DSP 3400 FPGA čipu na kome se može implementirati procesiranje radio signala. Ovaj softverski radio je modularna platforma kod koje je primopredajni modul realizovan u vidu izmenljivih primopredajnih adaptera koji omogućavaju rad u frekventnom opsegu od najnižih frekvencija do frekvencija od 6 GHz. Takođe, dva ili više softverskih radio uređaja mogu se spojiti u jedinstven MIMO (Multiple In-Multiple Out) sistem preko odgovarajućih konektora. Primopredajni adapteri su povezani sa FPGA kolom preko dvokanalnih A/D i D/A konvertora koji postižu brzine od 100 MS/s i 400MS/s respektivno. Softverski radio ostvaruje vezu sa računarom preko Gigabit-nog Ethernet adaptera koji omogućava brzinu prenosa radio signala do 50MS/s.

Softverski radio se povezuje sa računarom preko Gigabit-nog Ethernet adaptera gde se može integrisati u Matlab i Labview aplikacije korišćenjem odgovarajućeg USRP drajvera. USRP drajver pruža mogućnost hardversko/softverske konfiguracije softverskog radija, kao i operacije prijema i transmisije podataka preko softverskog radija.



Računarska aplikacija razvijena je u Matlab programskom paketu u vidu skript fajla bez grafičkog interfejsa. Uloga aplikacije je da generiše pakete za transmisiju predajnikom i da ih prima od strane prijemnika i da njihovim poređenjem u svim fazama uoči i izbroji greške nastale u bežičnom prenosu između predajnika i prijemnika (slika 3).



Slika 3. Uloga softverske aplikacije u sistemu

Primljeni paket se poredi sa poslatim kroz sve stepene prijemnika, kako bi se uočile i prebrojale sve greške na elementima prenošenih informacija, tj. odredili parametri verovatnoća greške u IEEE 802.15.4 bežičnom prenosu. Ova sekvenca operacija se ponavlja za definisani broj iteracija od strane korisnika.

Tokom sprovedenog istraživanja došlo se do određenih rezultata koji su prikazani u sledećim publikacijama:

- [1] Pešović Uroš, Gleich Dušan, Planinšić Peter, Stamenković Zoran, Randić Siniša, “Implementation of IEEE 802.15.4 transceiver on software defined radio platform”, TELFOR 2012, Beograd