

Testiranje Performansi Multimedijalnih Gaming Aplikacija u Wireless 802.11n Mreži

Jelena S. Kljujić¹, Mirjana R. Radivojević²

Abstract – U protekloj dekadi bežična (*wireless*) mrežna rešenja su postala široko rasprostranjena. Istovremeno sa pojavom novih aplikacija i servisa zahtevi krajnjih korisnika po pitanju propusnog opsega u bežičnoj mreži postaju sve veći. 802.11n tehnologija se nametnula kao potencijalno najbolje rešenje za realizaciju bežičnog sistema koji podržava efikasan prenos multimedijalnog sadržaja.

Keywords – 802.11n standard, kvalitet servisa, multimedijalni sadržaj.

I. UVOD

Poslednjih godina bežična mreža je evoluirala od interesantne ideje do nezamenljive tehnologije za milione korisnika. Postojeći 802.11a/b/g standardi za bežične mreže pružili su moćan alat za povećanje mobilnosti i produktivnosti korisnika stvarajući tako sasvim novu generaciju bežičnih aplikacija [1]. Kako ove aplikacije svakim danom postaju sve zahtevnije, potreba za većom pouzdanošću i dodatnim propusnim opsegom raste sa sve većom potrebom za prenosom multimedijalnih aplikacija (*Video Gaming, Video Streaming, HDTV, Video on Demand*). IEEE 802.11 Procesna Grupa n (*Task Group* – u daljem tekstu skraćeno TGn) već nekoliko godina radi na novom standardu koji će moći da izađe u susret prethodno navedenim zahtevima. Od novog standarda se očekuje da prenosi podatke brzinama i do preko 300Mbps po kanalu. Poređenja radi, postojeći standardi 802.11a i 802.11g postižu maksimalnu brzinu od 54Mbps, dok je stariji 802.11b još sporiji, svega 11Mbps.

U ovom radu su prikazani rezultati testiranja performansi multimedijalnih *gaming* aplikacija, kao jednog od najpopularnijih 3play servisa, u mrežnom okruženju koje je bazirano na uređajima Cisco proizvođača mrežne opreme. Simulacije i testiranje su višestruko ponovljeni u mreži pod različitim opterećenjem kako bi se u potpunosti analizirale mogućnosti 802.11n tehnologije.

II. 802.11N TEHNOLOGIJA

Implementacija 802.11n standarda će koristiti ili 2.4GHz i 5GHz ili oba, obezbeđujući na taj način kompatibilnost sa svojim prethodnicima. Većina uređaja koji se trenutno nalaze na tržištu podržavaju rad u oba pomenuta opsega. Najveći benefit za poslovne korisnike leži u boljem iskorišćenju

opsega od 5-GHz sa 802.11n, i to u vidu većeg dostupnog kapaciteta i korišćenja manje zauzetog frekventnog opsega. Rešenja za bežične mreže koje će biti zasnovana na 802.11n standardu koristiće nekoliko tehnika za poboljšanje propusne moći i pouzdanosti. Tri primarne inovacije su:

A. MIMO Tehnologija

MIMO sistemi se mogu definisati vrlo jednostavno na primeru proizvoljnog bežičnog sistema kod koga se komunikacioni link sastoji od većeg broja predajnih i prijemnih antenskih elemenata [2]. Osnovna ideja koja se krije iza MIMO koncepta jeste kombinovanje signala na predajnim antenama (*Transmitter* - Tx) sa jedne strane i na prijemnim antenama (*Receiver* - Rx) sa druge strane, sl. 1. Ovo kombinovanje se vrši u cilju smanjenja verovatnoće greške po bitu ili povećanja spektralne efikasnosti (bits/sec/Hz) MIMO sistema. Na ovaj način, mrežni operateri mogu značajno da poboljšaju kvalitet servisa QoS (*Quality Of Service*) mrežnih usluga koje nude svojim korisnicima.

Sušтина MIMO sistema opisana je prostornom i vremenskom obradom signala gde je vreme, kao prirodna dimenzija podatka u okvirima digitalnih komunikacija, prošireno prostornom dimenzijom koja je direktna posledica upotrebe višestrukih, međusobno udaljenih antena.

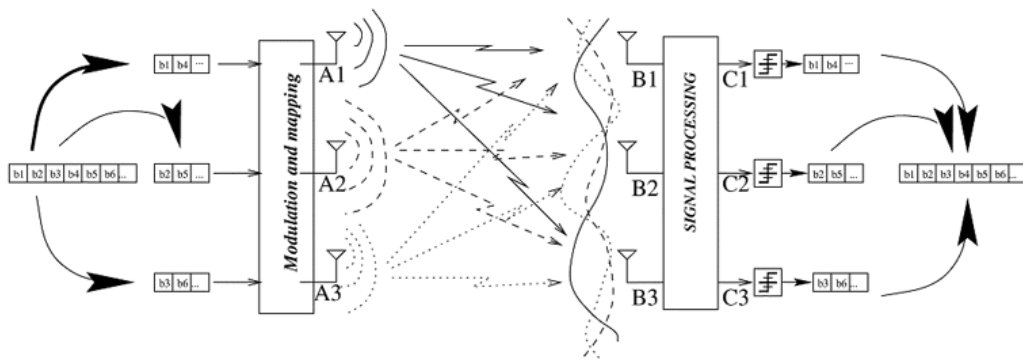
Jedinstvena karakteristika MIMO sistema jeste sposobnost da propagaciju višestrukim putanjama kao ključni nedostatak bežičnog prenosa transformiše u korist kranjeg korisnika. Napredak koji se ogleda u povećanju brzine prenosa za nekoliko redova veličine bez povećanja snage i propusnog opsega uticao je na popularizaciju i perspektivu MIMO sistema.

B. Agregacija paketa

Konvencionalne metode sa prenos podataka podrazumevaju fiksno opterećenje kanala bez obzira na veličinu samog paketa. Kako brzina prenosa raste, vreme koje je potrebno da se paket prenese se smanjuje, ali opterećenje ostaje isto i to potencijalno mnogo veće od samog paketa na velikim brzinama koje se postižu u okviru 802.11n tehnologije. Tehnika agregacije paketa efikasno rešava ovaj problem tako što nekoliko paketa objedinjuje u frejm. Na ovaj način, 802.11n mreže mogu slati više paketa po ceni fiksnog opterećenja jednog frejma. Agregacija paketa najbolje funkcioniše sa određenim tipom aplikacija kao što je prenos datoteka FTP (*File Transfer Protocol*) zbog mogućnosti agregacije sadržaja samih paketa, dok aplikacije kao što je prenos glasa i druge multimedijalne aplikacije ne trpe dodatno kašnjenje koje agregacija paketa unosi u sam prenos.

¹J. S. Kljujić, Računarski fakultet, Univerzitet Union, Knez Mihailova 6, 11000 Beograd, Srbija (telefon: 381-11-2627-613; e-mail: jkljujic@raf.edu.rs).

²M.R. Radivojević, Računarski fakultet, Univerzitet Union, Knez Mihailova 6, 11000 Beograd, Srbija (telefon: 381-11-2627-613; e-mail: mradivojevic@raf.edu.rs).



Sl. 1. MIMO sistem

C. Unija Kanala (40MHz)

Sasvim neposredan i intuitivan način za povećanje kapaciteta mreže jeste povećanje opsega. Ipak, 802.11a/b/g su ograničene na emitovanje podataka jednim od nekoliko kanala širine 20MHz. 802.11n mreže koriste tehniku unije kanala koja kombinuje dva susedna kanala širine 20MHz u jedan kanal širine 40MHz. Ova tehnika postiže minimalno dvostruko veće performanse. Unija kanala postiže svoju punu snagu u opsegu od 5GHz zbog mnogo većeg broja dostupnih kanala dok kod opsega od 2.4GHz to nije slučaj zbog toga što postoje samo 3 kanala od 20MHz koji se ne preklapaju. Iz ovoga sledi da, unija dva kanala koristi 2/3 ukupnog kapaciteta. Zbog ovoga je IEEE definisao pravila kada uređaj može da izvrši uniju dva kanala u 2.4GHz opsegu radi pružanja optimalnih performansi.

III. KARAKTERISTIKE MULTIMEDIJALNIH GAMING APLIKACIJA

Razvoj različitih multimedijalnih aplikacija i servisa uslovio je potrebu za implementacijom kvaliteta servisa kako bi ove aplikacije mogle uspešno da se implementiraju a zahtevi krajnjih korisnika mogli da budu ispunjeni. Jedna od takvih *real-time* aplikacija su i različite *gaming* aplikacije koje su postale široko rasprostranjene i veoma popularne među krajnjim korisnicima iako su trenutno implementirane na *'best effort'* način odnosno, bez kvaliteta servisa. Ako se ima u vidu da najnovije statistike Internet saobraćaja pokazuju da najveći *gaming* serveri na Internetu na dnevnoj bazi opsluže i do 4 miliona korisnika jasno je zašto su ove aplikacije posebno interesantne za krajnje korisnike [3]. Samim tim *gaming* servisi su posebno značajni za provajdere serisa jer bi sa njihovom optimizacijom zadovoljstvo korisnika pruženom uslugom bilo drastično veće kao i ostvareni profit. Pored toga, s obzirom da prosečan korisnik ovog servisa provodi i 20 sati nedeljno u 'igranju' [4], ove aplikacije generišu veliku količinu saobraćaja [5] pa je evidentno da implementacija kvaliteta servisa postaje neophodna.

U predloženom sistemu implementiramo kvalitet servisa u skladu sa *Diffserv* strukturom [6] u kojoj se saobraćaj deli u tri klase: EF (*Expedite Forwarding*) – najveći prioritet za servise koji su osetljivi na kašnjenje (prenos glasa) i koje

tipično karakteriše konstantna bitska brzina CBR (*Constant Bit Rate*); AF (*Assured Forwarding*) – srednji nivo prioriteta za saobraćaj koji nije osetljiv na kašnjenje i koji ima promenljivu bitsku brzinu VBR (*Variable Bit Rate*) i BE (*Best Effort*) – najniži prioritet za servise koji nisu osetljivi na kašnjenje, kao što su *web browsing*, transfer fajlova i *e-mail* aplikacije. Pored tri osnovne klase u simulacijama i testiranju razmatramo i klasu 'nultog' prioriteta odnosno *'less-the - best-effort'* klasu.

Pored klasične ethernet infrastrukture u realizaciji lokalne mreže danas se sve više koriste različiti bežični standardi (802.11a/b/g) koji, iako veoma popularni, ne mogu da obezbede dovoljno veliki propusni opseg za podršku 3play servisima pa pitanje prenosa multimedijalnog sadržaja sa odgovarajućim kvalitetom usluge još uvek ostaje otvoreno [7]. Prethodno je naglašeno da 802.11g kao najšire zastupljen standard može da ponudi efektivni propusni opseg od samo 20Mbps što je nedovoljno za realizaciju zahteva koje nameće 3play infrastruktura [8].

Iz ovih razloga u našem radu analiziramo performanse 802.11n mreže, koja se nametnula kao najperspektivnije rešenje za 3play bežično okruženje. Prilikom testiranja performansi prenosa merena su dva osnovna parametra kvaliteta servisa: prosečno kašnjenje (*end-to-end delay*) i procenat iskorišćenosti propusnog opsega u sistemu.

IV. ARHITEKTURA SISTEMA I REZULTATI TESTIRANJA

U simulacionom modelu smo testirali ponašanje 802.11n mreže pri prenosu multimedijalnog sadržaja koji obuhvata multimedijalni *gaming*, *streaming* i *file-sharing* aplikacije, respektivno, u slučajevima kada je u mreži podržan kvalitet servisa i kada je isti isključen.

S obzirom da je akcenat testiranja na implementaciji bežične mreže u kućnom (rezidencijalnom) LAN okruženju predložena test topologija se sastoji iz tri računara sa instaliranim Cisco 802.11n *dual band* bežičnim adapterima što se smatra najčešće zastupljenom realizacijom bežične mreže u datom okruženju [9]. Istovremeno, ovakvo okruženje nameće ograničenja po pitanju hardverske konfiguracije korišćenih računara jer se radi o prosečnim *desktop*

konfiguracijama a ne o serverskoj platformi. Računari su bežičnom konekcijom povezani na 802.11n ruter sa koga se vrši emitovanje pomenutog sadržaja, Sl. 2.

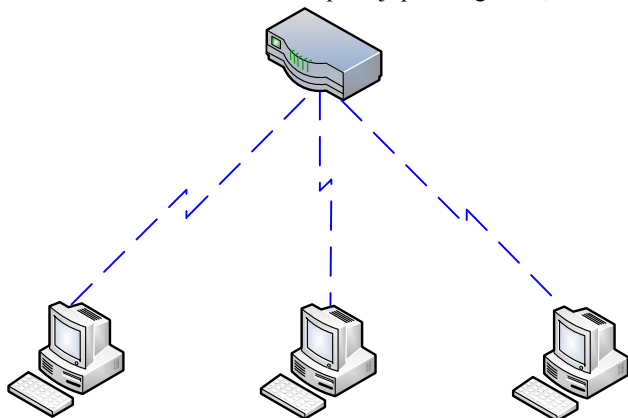
Tehničke karakteristike korišćenog rutera su [10]:

- Model ruter: WRT610n
- Podržani standardi: 802.11n, 802.11a, 802.11g, 802.11b, 802.3, 802.3u, 802.3ab
- Broj antena: 3 interne antene po svakom 2.4 GHz i 5GHz radio opsegu
- Radio tehnologija: MIMO
- Pojačanje antene (dBi):
2,4 GHz: RIFA 1 & RIFA 2 & RIFA 3 = 4 dBi
5 GHz: RIFA 1 & RIFA 2 & RIFA 3 = 3,5 dBi

Tehničke karakteristike korišćenih adaptera su [11]:

- Model adaptera: WUSB600n
- Podržani standardi: 802.11n, 802.11a, 802.11g, 802.11b
- Broj antena: 2 interne antene
- Radio tehnologija: MIMO
- Pojačanje antene (dBi):
2.4 GHz Wireless @ ± (typical): 2 dB +/- 1 dB
5 GHz Wireless @ ± (typical): 4 dB +/- 1 dB

U sistemu prvo je testiran prenos video gaming aplikacije sa uključenim kvalitetom servisa i postignutim opterećenjem od 500KBy po korisniku. U skladu sa *Diffserv* strukturom i s obzirom na to da u sistemu ne postoji prenos govora,



Sl. 2. Testna topologija

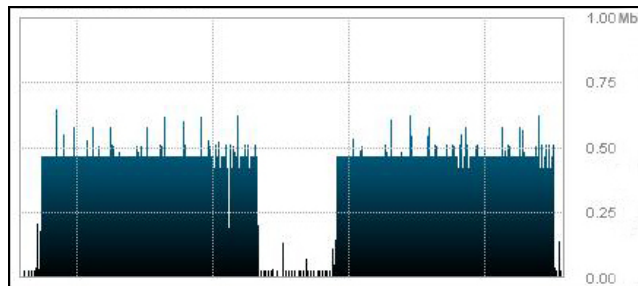
multimedijalni saobraćaj se markira kao saobraćaj najvišeg prioriteta odnosno kao EF klasa, sl.3.

Drugi test uključuje testiranje prenosa video *gaming* i *streaming* aplikacije istovremeno. U ovom slučaju, video *gaming* je tretiran kao saobraćaj najvišeg prioriteta (EF klasa) dok je video *streaming* saobraćaj tretiran kao saobraćaj najnižeg prioriteta (BE klasa). Dobijeni rezultati pokazuju da je realizovan propusni opseg po krajnjem korisniku u ovom slučaju 1MBy odnosno 16Mbps u sistemu, sl.4.

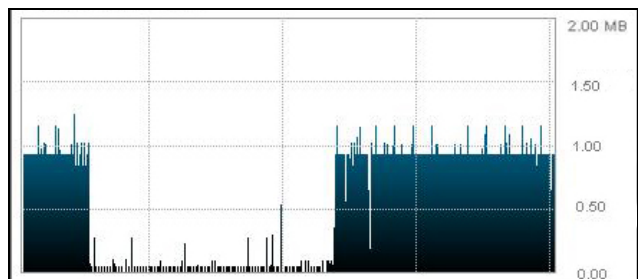
Rezultati prva dva testiranja pokazuju da se implementacijom kvaliteta servisa dobija zaravnjena karakteristika prenosa što znači da krajnji korisnici dobijaju

kvalitetniju uslugu. Samim tim što je postignut propusni opseg od 16Mbps očigledne su prednosti MIMO tehnologije i 802.11n standarda u odnosu na 802.11a/b/g standarde sa kojima bi ovakav prenos bio nezadovoljavajućeg kvaliteta.

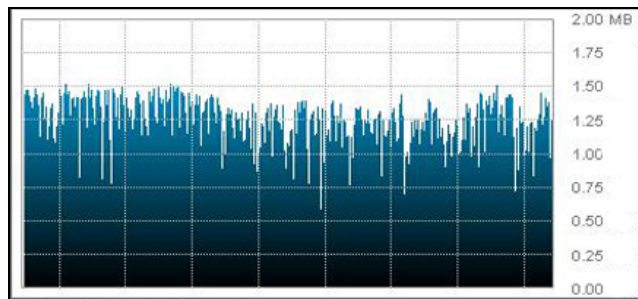
U trećem testu kvalitet servisa je isključen kako bi se testirale performanse aplikacija u slučaju kada se ne vrši klasifikacija saobraćaja već se sve tretiraju kao BE klasa. Dobijeni rezultati pokazuju da je karakteristika iskorišćenosti propusnog opsega za razliku od prethodno dobijene dve karakteristike *bursty* odnosno potpuno neravnomerna. Samim tim kvalitet realizovanog prenosa je značajno degradiran iako je iskorišćenje propusnog opsega po krajnjem korisniku povećano, sl.5.



Sl. 3. Test 1 – Iskorišćenost propusnog opsega *gaming* aplikacije po korisniku



Sl. 4. Test 2 – Iskorišćenost propusnog opsega *gaming* i *streaming* aplikacija po korisniku



Sl. 5. Test 3 – Iskorišćenost propusnog opsega *gaming*, *streaming* i *file-sharing* aplikacija po korisniku

Rezultati merenja prosečnog kašnjenja paketa dodatno potvrđuju prethodno izvedene zaključke o karakteristikama prenosa testiranih aplikacija. Kao što je prikazano u tabeli 1. u slučaju korišćenja 802.11n standarda izmerena kašnjenja su

daleko ispod maksimalno dozvoljenog kašnjenja u mreži, čak i u slučaju kada kvalitet servisa nije implementiran. Ovo se može objasniti strukturom same MIMO tehnologije [12]. Kao što se vidi iz priloženih rezultata korišćeni mrežni adapteri nisu dovedeni do svojih maksimuma jer bi opterećenje procesora korišćenih računara bilo preveliko. Naime, u izvedenom testiranju opterećenje procesora računara je već bilo preko 80% jer se radi o testiranju prenosa složenih aplikacija (multimedija, *file-sharing*, *gaming*).

TABELA 1: KARAKTERISTIKE KAŠNJENJA

Testirana aplikacija	Implementiran kvalitet servisa (QoS)	Dozvoljeno kašnjenje (ms)	Izmereno kašnjenje (ms)
Gaming	Da	50	2
Gaming, Streaming i File-sharing	Da	50	9
Gaming, Streaming i File-sharing	Ne	50	11
Gaming, Streaming	Da	50	5

V. ZAKLJUČAK

802.11n tehnologija sa sobom donosi niz prednosti nad postojećim wireless standardima. Na osnovu rezultata testiranja, zaključeno je da je 802.11n tehnologija spremna da ponudi rešenje za problem koji nameću novi trendovi multimedijalnih komunikacija a koji se konkretno odnose na prenos najpopularnijih sadržaja na globalnoj Internet mreži u koje nedvojbeno spadaju video *gaming* i multimedijalni *streaming*.

LITERATURA

- [1] "WiMAX and its applications, "White paper, Selex Communication, 2005.
- [2] D. Gesbert, M. Shafi, D. Shiu, P.J. Smith and A. Naguib: "From theory to practice: An overview of MIMO space time coded wireless systems", IEEE journal on selected areas in communications, 2003.
- [3] <http://us.blizzard.com/en-us/company/press/pressreleases.html?081028>
- [4] Inside Sony Online Entertainment. *Edge*, 102:56–61, Oct. 2001.
- [5] S. McCreary and K. Claffy. Trends in wide area IP traffic patterns: A view from Ames Internet Exchange. In *Proceedings of the ITC Specialist Seminar on IP Traffic Modelling, Measurement and Management*, Monterey, CA, USA, Sept. 2000.
- [6] S. Blake, D. Black, M. Carlson, E. Davies, Z. Wang, and W. Weiss, An Architecture for Differentiated Services, IETF, RFC 2475, Dec. 1998.
- [7] F.J.Hens and J.M. Caballero, *Triple Play: Building the converged network for IP, VoIP and IPTV*, Valley, 2008.
- [8] Kljujić S. J., M. R. Radivojević, „Testing of Multimedia Content Transmission in Wireless 802.11n Network”, 9th International Conference on Telecommunications in Modern Satellite, Cable and Broadcasting Service-TELSIKS 2009, Oktober 7-9, Niš, Serbia (2009), 552-555
- [9] http://blogs.cisco.com/wireless/comments/reposting_80211n_performance_testing_results/
- [10] <http://www.linksysbycisco.com/US/en/products/WRT610N>
- [11] <http://www.linksysbycisco.com/US/en/products/WUSB600N>
- [12] "802.11n: The Standard Revealed, "White paper, Cisco, 2009.

ABSTRACT

In the last decade wireless network solutions have become even more widespread than ever. Along with emergence of new applications and network services end users' demands for higher data rate continue to increase. 802.11n technology has grown into potentially best solution for wireless system realization which upholds effective transmission of multimedia content.

TESTING OF MULTIMEDIA GAMING APPLICATION PERFORMANCES IN 802.11N WIRELESS NETWORK

Jelena. S. Kljujić, Mirjana R. Radivojević