

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA U BEOGRADU

Na svojoj 763. sednici od 11.06.2013. godine Veće nas je imenovalo za članove Komisije za pregled i ocenu magistarskog rada Milice Popović, pod naslovom „**Uticaj M2M i OG saobraćaja na performanse HSPA mreže i kvalitet servisa**“. Nakon pregleda ovog rada imamo čast da Nastavno-naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta podnesemo sledeći

IZVEŠTAJ

BIOGRAFSKI PODACI O KANDIDATU

Milica Popović rođena je 26.03.1975. godine u Beogradu. Završila je prirodno-matematički smer devete beogradske gimnazije Mihajlo Petrović Alas. Diplomirala je 2002. godine na ETF-u u Beogradu, na smeru Telekomunikacije, sa prosečnom ocenom 8.73 na studijama i ocenom 10 na diplomskom ispitu. Položila je sve ispite na poslediplomskim studijama na ETF-u u Beogradu, smer Primenjena elektromagnetika i optoelektronika, sa prosečnom ocenom 10, kao i diferencijalni ispit za smer Telekomunikacije.

Posle završetka osnovnih studija radila je u preduzeću Telekom Srbija na poslovima razvoja i projektovanja kablovskih mreža. Od 2005. godine radila je na poslovima planiranja i uvođenja bežične fiksne mreže, a od 2008. radi na poslovima planiranja arhitekture i tehnologije bežične mreže, mobilne i fiksne. Angažovana je na FP7 projektima EU: LOLA i LEXNET.

OSNOVNI PODACI O RADU

Rad sadrži 86 stranica teksta sa 38 slika i 40 tabela. Rad je podeljen u 7 glava, gde je u poslednjoj glavi dat zaključak. Na kraju rada dati su spisak akronima i definicija korišćenih u radu, spisak slika, spisak tabela i spisak literature.

ANALIZA RADA

Machine-to Machine (M2M) i *Online Gaming (OG)* su grupe aplikacija čiji se masovan rast predviđa u skoroj budućnosti. Polja primene M2M aplikacija su veoma široka, pa tako i karakteristike očekivanog saobraćaja, s tim da je generalno u pitanju saobraćaj malih protoka (prenose se informacije senzora, GPS (*Global Positioning System*) prijemnika, komande i sl), dominantan u *uplinku*. Postavlja se pitanje koliko su postojeće mreže javne mobilne telefonije u stanju da podrže ovakav saobraćaj, kao i da li i kako on utiče na samu mrežu. Za neke primene kritično je kašnjenje, tako da je važno ustanoviti uzroke kašnjenja, prvenstveno u radio delu mreže, koja je očekivano usko grlo na putu od klijentske aplikacije do udaljenog servera. Budući da su aktuelne mreže, i HSPA (*High Speed Packet Access*) i LTE (*Long Term Evolution*), projektovane za postizanje visokih protoka prvenstveno u *downlinku*, pitanje je u kojoj meri, pored saobraćaja standardnih korisnika, mogu da podrže masovan saobraćaj potpuno drugačijih karakteristika.

Predmet ovog rada je ispitivanje uticaja predmetnog specifičnog saobraćaja na HSPA mrežu u različitim konfiguracijama, kao i ispitivanje odziva mreže u pogledu generisanog kašnjenja. Istraživanje je vršeno simulacijom M2M i OG saobraćaja u realnoj mreži, pri čemu je izvršena analiza saobraćaja na više tačaka u mreži, kao i analiza ključnih parametara mreže.

Prvo poglavlje je uvodno, opisuje M2M i OG aplikacije, moguće izazove u omasovljavanju ovih aplikacija i ciljeve istraživanja.

U drugom poglavlju opisan je razvoj M2M komunikacija. Navedena su polja primene ovih aplikacija, i opisani napori u standardizaciji (ETSI, 3GPP), po pitanju arhitekture i sistemskih unapređenja potrebnih da bi se podržalo omasovljavanje ovih aplikacija.

U trećem poglavlju dati su saobraćajni modeli korišćeni u simulacijama, kao i opis aplikacije za generisanje saobraćaja koja se instalira na telefonima. Opisani su uzroci odstupanja generisanog saobraćaja od zadatih modela.

Opis testnog okruženja dat je u četvrtom poglavlju. Objasneni su načini snimanja saobraćaja u različitim tačkama mreže, što utiče na analizu dobijenih rezultata, kao i ključni parametri mreže koji služe kao pokazatelji performansi HSPA mreže.

U petom poglavlju dati su rezultati više krugova testiranja, koji su sistematizovani na osnovu cilja pojedinačnog istraživanja – ponašanje mreže i kašnjenje kroz različite konfiguracije mreže u pristupu, i kašnjenje u *core* mreži sa promenom pristupne tačke. Data je uporedna analiza ćelijske statistike kroz testne slučajeve, a zatim i uporedna analiza kašnjenja. Uočena je veza između opterećenja bazne stanice i kašnjenja. Takođe, uočeni su obrasci ponašanja mreže u pristupu u odnosu na karakteristike saobraćaja – veličinu paketa i vreme između paketa.

Šesto poglavlje prikazuje rezultate uvođenja stvarne masovne M2M aplikacije u HSPA mrežu, koja je izazvala pad istih ključnih parametara mreže kao prilikom prvih testiranja. Kroz uporednu analizu identifikovani su uzroci i mehanizmi delovanja ovog saobraćaja na mrežu.

U sedmom poglavlju kandidat je sistematizovao zaključke sprovedene analize i naveo mogućnosti daljeg istraživanja u ovoj oblasti.

ZAKLJUČAK I PREDLOG

Magistarski rad Milice Popović posvećen je istraživanju uticaja novih masovnih izvora saobraćaja na HSPA mrežu i istraživanju kašnjenja koje se generiše u mreži za ove tipove saobraćaja.

U radu se došlo do sledećih rezultata:

- Veći broj M2M/OG korisnika sa saobraćajem dominantnim u *uplinku*, u odnosu na dostupne resurse bazne stanice, značajno utiče na performanse mreže, što se ispoljava kroz pad ključnog parametra mreže pristupačnost (*Accessibility*), odnosno nemogućnost pružanja servisa.
- Signalizaciono zagušenje i manjak resursa (procesorska moć Noda B, kanalni kodovi za *downlink*, i drugo) za dati broj uređaja ustanovljeni su kao glavni nedostaci testirane mreže.
- Nedostatak bilo kog resursa bežične mreže u pristupu koji može dovesti do nemogućnosti uspostave RAB-a (*Radio Access Bearer*) pokreće mehanizam pozitivne povratne sprege, čiju ključnu tačku predstavlja upornost korisnika-mašina u zahtevanju servisa. Ovo predstavlja potpuno različito ponašanje u odnosu na ponašanje tradicionalnih korisnika, gde korisnici u slučaju nemogućnosti uspostave veze nakon nekoliko pokušaja odustaju za izvesno vreme. Korisnici-mašine neprekidno pokušavaju da ostvare komunikaciju preko mreže, bez obzira na raspoloživost resursa sistema.
- Poboljšanje pristupačnosti (i drugih glavnih ključnih parametara) ne znači obavezno da će biti ispunjeni zahtevi krajnjeg korisnika. Analiza je pokazala da za ovaj tip saobraćaja mreža mora biti relativno neopterećena da bi obezbedila kvalitet servisa u smislu niskog kašnjenja. U radu su prepoznati sporedni parametri koji mogu poslužiti kao pokazatelji nivoa uticaja saobraćajnog opterećenja bazne stanice na kašnjenje (*RAB Establishment Attempts*, saobraćaj i broj korisnika na zajedničkim kanalima).
- Istaknuti problemi mogu se donekle prevazići nadgradnjom baznih stanica, promenom implementiranih pravila ćelijske mreže i vrednosti parametara. Međutim, dugoročno rešenje treba tražiti u agregaciji saobraćaja, novim topologijama mreže (gušća mreža, namenske mreže) i procedurama.
- Važan zaključak ovog istraživanja tiče se selektivnosti mreže u pristupu u pogledu kašnjenja prema različitim saobraćajnim obrascima.
 - Dužina vremena između sukcesivnih paketa značajno utiče na kašnjenje u mobilnoj mreži u pristupu. Ovaj uticaj postoji zbog inherentnih osobina radio mreže:
 - Sporadičan saobraćaj sa malim protokom dobija zajedničke kanale, koji su deljeni, sa rizikom sudara, i nude visoko vreme pristupa.
 - Veoma veliko vreme između paketa ima za posledicu prelazak korisničke jedinice u stanje mirovanja (*idle*). Mreža je opterećena dodatnom signalizacijom jer za svaki novi paket telefon mora ponovo da uspostavi RRC (*Radio Resource Control*) vezu.
 - Veličina paketa takođe utiče na kašnjenje, ali u manjem obimu. Veliki paketi imaju veće kašnjenje i taj uticaj vidi se u pristupnom delu, dok ga kod *core* mreže i okosnice nema. Razlog leži u načinu obrade, segmentacije paketa za prenos preko radio interfejsa.

Predviđeno je da istraživanje bude nastavljeno snimanjem saobraćaja u većem broju tačaka u mreži, odnosno detaljnijim razlaganjem kašnjenja po različitim delovima mobilne mreže, korišćenjem TCP (*Transmission Control Protocol*) i UDP (*User Datagram Protocol*) protokola. S obzirom na to da je predviđeno uvođenje LTE tehnologije u mrežu, dalji pravci istraživanja tiču se ispitivanja uticaja prvenstveno M2M saobraćaja na ovu mrežu, i kašnjenja koje se generiše na novom radio interfejsu i u evoluiranoj paketskoj *core* mreži.

Smatramo da su dobijeni rezultati značajni. Ukazali su na inherentne osobine radio mreže koje utiču na veće kašnjenje za saobraćaj određenih karakteristika, što može poslužiti za buduću optimizaciju procedura na radio sloju za ove vrste saobraćaja. Dalje, pokazano je da aktuelne mreže ne mogu adekvatno da podrže veći broj ovakvih korisnika i da je rešenje potrebno tražiti, pored optimizacije parametara, u gušćoj mreži, namenskim mrežama i agregaciji saobraćaja. Drugim rečima, omasovljavanje ovih aplikacija stvorilo bi značajne probleme u aktuelnim mobilnim mrežama. Ustanovljen je mehanizam delovanja ovog saobraćaja na pad performansi mreže, u kojem ključnu ulogu ima istrajnost korisnika-mašine. Pronađena je veza između ključnih parametara mreže i veličine generisanog kašnjenja koja ukazuje na opterećenje bazne stanice.

Na osnovu izloženog, članovi Komisije sa zadovoljstvom predlažu Nastavno-naučnom veću ETF u Beogradu da rad Milice Popović, pod naslovom „Uticaj M2M i OG saobraćaja na performanse HSPA mreže i kvalitet servisa“ prihvati kao magistarski rad i da kandidatu odobri javnu usmenu odbranu rada.

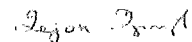
U Beogradu, 14.6.2013.

Članovi komisije:

Prof. dr Miroslav L. Dukić



Doc. Dr Dejan Drajić



Prof. Dr Goran Marković, VAVE. PROF. SAOBRAĆAJNOG FAK. BEOGRAD

