

Procena zadovoljstva korisnika servisima u mobilnoj mreži

Nevena Ninković, Telekomunikacije RS AD Banja Luka – Direkcija za mobilnu mrežu

Sadržaj — Zadovoljstvo korisnika servisima u mobilnoj mreži na najbolji način oslikava njeno stvarno funkcionisanje, bez obzira na parametre kvaliteta servisa koji se tehnički mogu meriti u mreži. Popularnost servisa i konkurentnost samog mobilnog operatora na telekomunikacionom tržištu umnogome zavisi od vrednosti ovog parametra. Zato je zadovoljstvo korisnika servisima vrlo bitan parametar koji se mora meriti i uzeti u obzir pri optimizaciji mobilne mreže.

Ključne reči — QoE (*Quality of Experience*), QoS (*Quality of Service*), performanse mreže, KPI (*Key Performance Indicator*), KQI (*Key Quality Indicator*).

I. UVOD

Za svakog mobilnog operatora veoma je važno da odgovori na zahteve svojih korisnika time što će, pored tehničkih zahteva, kao bitan faktor pri optimizaciji mreže uzeti u obzir i korisničko zapažanje kvaliteta servisa. Korisničko zapažanje servisa ukazuje operatoru na stvarno funkcionisanje mreže, bez obzira na to kako je ona tehnički realizovana. Pozitivno, odnosno negativno ocenjeno funkcionisanje servisa i/ili mreže, metrika je kojom operator treba što tačnije da opiše QoE (*Quality of Experience*) – meru zadovoljstva servisom prosečnog korisnika u mreži. Rezultat pozitivnog QoE su zadovoljni i lojalni korisnici, ali i konkurentnost mobilnog operatora u okruženju. S druge strane, loš QoE u mreži dovodi do lošeg imidža operatora na telekomunikacionom tržištu zbog nezadovoljstva korisnika i čestih žalbi. Najčešća posledica toga je migracija korisnika u druge mreže u okruženju. Kako reagovati pre nego što korisnici počnu masovno da se žale?

U ovom radu opisan je način na koji operator može da proceni zadovoljstvo korisnika servisima u mobilnoj mreži. Podaci o zadovoljstvu servisima procenjuju se na osnovu merenja u mreži i statističkih podataka. U drugom poglavlju objašnjene su glavne karakteristike merenja različitih parametara u mreži i procene QoE, kao i njihova međusobna povezanost. U trećem poglavlju opisan je način merenja QoE na primeru telefonskih servisa, odnosno prenosa govora. Opisan je način dobijanja podataka potrebnih za optimizaciju mreže.

II. NAČINI MERENJA QOE

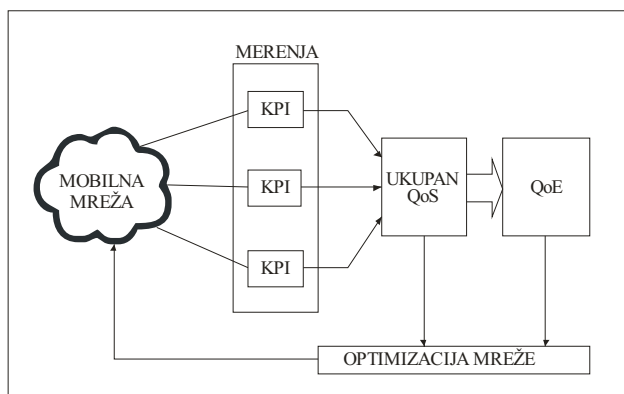
Merenje QoE se sastoji od posmatranja različitih parametara kvaliteta servisa (QoS – *Quality of Service*) koje korisnik može da zapazi kada koristi određen servis. Međutim, važno je napomenuti da visok QoS ne mora automatski da znači da će i QoE biti visok. Pri optimizaciji mreže, cilj je napraviti "univerzalnu mrežu", tj. mrežu koja može da prenosi više vrsta saobraćaja, a dovoljno je brza, pouzdana, raspoloživa u svakom trenutku, poseduje osobine minimalnog kašnjenja i gubitka paketa itd. Mobilne mreže su takvih karakteristika da je praktično nemoguće obezbediti izrazito visok QoS, tj. pravilo "pet devetki" (99.999% raspoloživosti), kao kod optičkih telekomunikacija. Razlog tome je prostiranje signala po vazдушnom interfejsu, fejdng, interferencija, nemogućnost pokrivanja signalom 100% teritorije, *handover* i dr. U praksi je potvrđeno da iako sastavni delovi mreže imaju veoma dobar kvalitet servisa, subjektivni doživljaj kvaliteta mreže nije uvek sjajan, jer se dešava da se superponiraju baš oni parametri čije vrednosti u datom trenutku padaju ispod definisanog praga kvaliteta servisa. Zato cilj operatora mora biti kontinuirano povećavanje ukupnog kvaliteta servisa u mreži delovanjem na pažljivo izabrane QoS parametre pojedinih servisa i aplikacija. Direktna posledica toga je dobijanje visokog QoE.

Pri merenju QoE, potrebno je prvo definisati faktore koji utiču na zapažanje korisnika kod specifičnih servisa, npr. broj prekinutih poziva, problemi pri *paging*-u, vreme isporuke kratkih (SMS) i multimedijalnih (MMS) poruka, dostupnost internet/wap servisa, prenos podataka itd. Pošto je QoE subjektivan, važno je što tačnije definisati i izmeriti sve QoS parametre koji utiču na QoE. QoE je moguće meriti na dva načina:

- direktnim ispitivanjem zadovoljstva korisnika na reprezentativnom statističkom uzorku,
- određivanjem QoE na osnovu QoS parametara, koji se dobijaju sa NMS (*Network Management system*) i/ili OSS (*Operations Support System*) sistema, i to posmatranjem vrednosti KPI (*Key Performance Indicator*) i KQI (*Key Quality Indicator*).

Prvi način merenja QoE na prvi pogled je bolji, jer se na najkraći način dobija mišljenje korisnika. Međutim, takvu analizu, zbog dinamički promenljivih parametara u mreži, treba sprovoditi relativno često, što može biti zamorno i za korisnike i operatora. Drugi način merenja je manje fleksibilan, ali za operatora lakši, jer se automatski meri na sistemu za nadzor mreže. Pri tome, važno je uočiti vezu

između QoE skale i QoS KPI/KQI parametara (koji zasebno ili u međusobnoj kombinaciji pokazuju koliko karakteristike sistema odgovaraju postavljenim zahtevima za kvalitet servisa) i na adekvatan način izraziti QoE preko KPI. Pravilan izbor KPI-eva, koji na najbolji način opisuju stanje mreže, ključan je za dobru evaluaciju QoE. Na Sl.1 šematski je prikazan način optimizacije mreže na osnovu merenih QoS i procenjenih QoE parametara.



Sl. 1. Optimizacija mreže na osnovu QoS i QoE parametara

Za posmatrani servis, nema svaki KPI istu težinu pri određivanju QoE. Na primer, za korisnike telefonije dobar QoE znači da će se poziv brzo uspostaviti, da je kvalitet govora jednako dobar kao i u fiksnoj mreži i da se veza ne prekida. S druge strane, u paketskom domenu, pretraživanje Interneta zahteva da je prenos slika i drugih multimedijalnih sadržaja dovoljno brz (makar onoliko koliko dozvoljava strpljenje korisnika). Za mreže nove generacije, izazov je ostvarivanje visokog QoE za govorne servise, jer se govor prenosi paketski. U paketskim mrežama QoE je sličan QoS-u – merenja se sastoje u praćenju statistike paketa. Međutim, merenje samo paketskog dela prenosa ne daje potpunu sliku o ukupnom saobraćaju u mreži. Prema tome, servise pre evaluacije treba klasifikovati u grupe, i to:

- prema vrsti servisa (prenos govora, paketski prenos podataka, kratke poruke, multimedijalne poruke, video *streaming* itd),
- prema tipu korisnika (rezidencijalni ili poslovni),
- prema popularnosti servisa.

Popularnost servisa indirektno utiče na QoE, tako što pokazuje operatoru kakav statistički uzorak treba da razmatra, kao i vrstu servisa na koju treba da obrati pažnju pri optimizaciji i planiranju mreže.

Isto tako, u obzir treba uzeti i druge faktore koji mogu uticati na korisničko zapažanje servisa, kao što su na primer situacija i okruženje u kome se korisnik nalazi pri uspostavljanju poziva/sesije, nivo njegovog tehničkog znanja i poznavanje tehnologije koju koristi, uzrast i slično. Mada operator ne može da utiče na ove faktore, oni se mogu uzeti u obzir pri optimizaciji mreže u smislu prilagođavanja servisa i korisničkih aplikacija samom korisniku tako da oni budu intuitivniji i lakši za korišćenje. Rezultat tih akcija takođe doprinosi većem QoE.

Vrednosti QoE se izražavaju numerički, gradacijskom skalom od 1 do 3 (grublja metrika) ili od 1 do 5 (finija metrika). Vrednost 1 označava najlošiju korisničku procenu kvalitet servisa, a 5 najbolju. Neki servisi se mogu oceniti sa "radi/ne radi", tj. samo sa dve vrednosti – 1 i 5, dok se drugi servisi ocenjuju gradacijski, na osnovu zapaženog kvaliteta – ocenama na skali od 1 do 5. Potrebno je napraviti algoritam kojim se QoE procenjuje i/ili izračunava na osnovu merenih QoS KPI/KQI vrednosti. Dakle, vreme potrebno za obavljanje neke transakcije, kašnjenje, bitski protok, broj uspešnih i neuspešnih poziva i/ili sesija, saobraćaj u erlanzima i/ili kilobajtima i slično mapiraju se u subjektivnu skalu. Pri tome, algoritam treba da generiše QoE vrednosti na osnovu različitog procentualnog udela merenih KPI/KQI vrednosti. Takođe, ukupne i srednje KPI/KQI vrednosti, kao i KPI/KQI vrednosti u času najvećeg opterećenja, imaju različitu težinu pri evaluaciji QoE, jer nose različite informacije o ponašanju korisnika u mreži tokom posmatranog vremenskog perioda.

Mapiranje nekoliko važnih QoS KPI/KQI parametara u vrednosti QoE dato je u tabeli 1, [6]. Dati su opšti parametri koji ne zavise od tehnologije prenosa. To se naročito odnosi na prva tri parametra, koja se mogu meriti (svaki na svoj način) i u GSM i 3G sistemima.

TABELA 1: MAPIRANJE QoS KPI/KQI U QoE

QoS KPI/KQI	QoE
raspoloživost servisa	servis dostupan/nedostupan
procenat prekinutih poziva/sesija	servis radi bez problema/ sa problemima
trajanje uspostave poziva/sesije	trajanje uspostave poziva/sesije
ponavljanje i trajanje baferovanja podataka u toku prenosa	baferovanje tokom prenosa
kvalitet govora i zvuka	kvalitet govora i zvuka
kvalitet video signala u okviru frejma	zastoj u prenosu slike, šum po rubovima slike, jasnoća slike, reprodukcija boja
kvalitet video signala u nizu frejmova	kontinuiranost niza slika, zamrzavanje slike
audio/video sinhronizacija	audio/video sinhronizacija

U [7] i [8] opisano je merenje QoS KPI parametara u GSM i 3G mrežama. Opisani modeli su precizniji od tradicionalnih teoretskih modela (na primer, u simulacijama), jer su preporučeni za analizu konkretnih podataka iz mreže u kojima su servisi aktivni. Iako teoretski modeli mogu detaljno da opišu statističke podatke o mreži, postoji problem sa izračunavanjem vrednosti QoS KPI, koji se potom odražavaju na procenu QoE. Zbog toga je u ovom radu opisano izračunavanje QoE na osnovu statističkih podataka iz mobilne mreže.

III. PRIMER PROCENE QoE ZA JEDAN TIP SERVISA

Pošto su na ovim prostorima još uvek najpopularniji govorni (telefonski) servisi, mobilni operator treba da obrati pažnju na kvalitet ovog servisa, bez obzira na tehnologiju koju koristi. Kao primer, opisana je procena QoE za prenos govora u GSM mreži. Isti servis se može analizirati i u mrežama nove generacije, gde se govor prenosi paketski. U tom slučaju, treba dodatno meriti i vrednost QoS KPI za kašnjenje u prenosu govornog signala.

Dakle, servis je klasifikovan u sledeće grupe:

- vrsta servisa: prenos govora,
- tip korisnika: rezidencijalni,
- popularnost servisa: popularan.

KPI/KQI parametri se mere na nivou mreže, a iz njih treba izvesti podatak o QoE. Potrebno je analizirati tri tipa QoS KPI (na osnovu Tabele 1):

- raspoloživost servisa,
- procenat prekinutih poziva,
- trajanje uspostavljanja poziva.

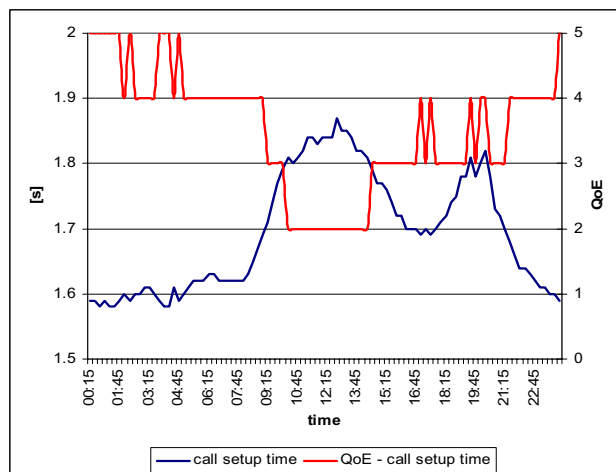
Raspoloživost servisa može biti degradirana na više načina. Na primer, može se desiti da ne postoji dovoljno resursa na radio interfejsu u posmatranoj ćeliji (zauzeti su svi saobraćajni i/ili signalizacioni kanali), da je nastupilo zagušenje u komutacionom delu mreže (*core network*), da je prozivanje (*paging*) pozvanog korisnika neregularno ili bez odgovora, itd. Pozivi mogu biti prekinuti zbog zagušenja u mreži ili neuspešnog *handover*-a koji se dešava tokom trajanja razgovora.

Parametri koje je korisno posmatrati pri rešavanju ovog problema su:

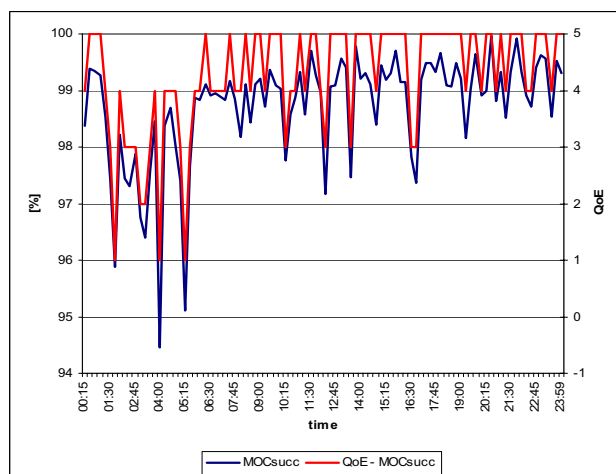
- broj pokušaja uspostavljanja poziva,
- uspešnost uspostavljanja poziva,
- broj prekinutih poziva pre uspostavljanja veze,
- broj prekinutih poziva posle uspostavljanja veze,
- vreme potrebno za uspostavljanje poziva,
- uspešnost *paging* procedura,
- uspešnost *handover*-a,
- ukupni saobraćaj u mreži,
- kvalitet govornog signala,

Između posmatranih parametara postoji i međusobna statistička zavisnost. Tako se mogu uočiti veze između trendova sledećih parametara:

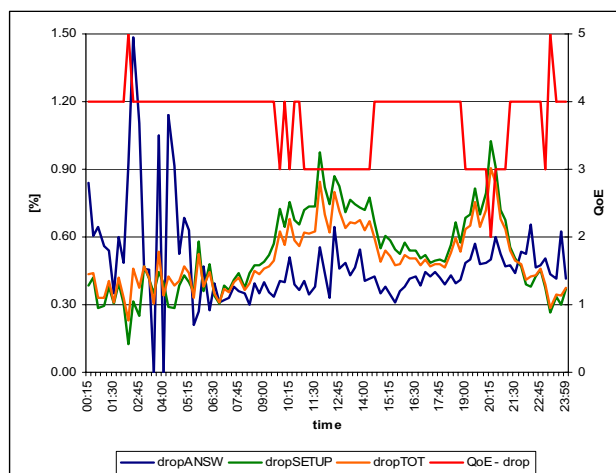
- vremena potrebnog za uspostavljanje poziva i ukupnog saobraćaja u mreži,
- raspoloživosti servisa i ukupnog broja pokušaja uspostavljanja poziva,
- broja prekinutih poziva i uspešnosti *handover*-a (koji se dešava zbog različitih uzroka, npr. kvaliteta signala, snage signala i slično).



Sl. 2. Parcijalni QoE – trajanje uspostave poziva



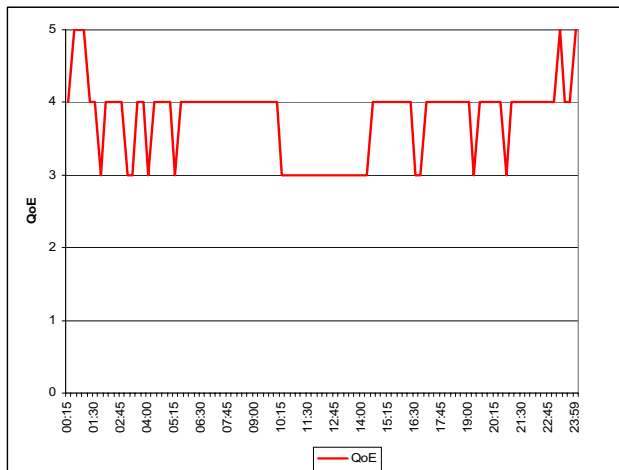
Sl. 3. Parcijalni QoE – raspoloživost servisa



Sl. 4. Parcijalni QoE – procenat prekinutih poziva

Pri proceni QoE, veoma je važna vremenska dimenzija problema. Što je merenje KPI vrednosti učestalije, tj. u manjim vremenskim intervalima, operator ima bolji uvid u funkcionisanje posmatranog servisa, ponašanje korisnika u određenom delu dana, interakciju između posmatranog i ostalih servisa u mreži u odnosu na ukupno opterećenje u mreži, itd. Isto tako, u slučaju pada kvaliteta servisa, operator može bolje vremenski da odredi pojavu neregularnosti u mreži, uoči njen uticaj na korisnike i eventualno odredi uzrok i način za prevazilaženje

problema. Minimalni vremenski interval u ovom primeru je 15 minuta. Na Sl. 2, Sl. 3. i Sl. 4. prikazani su vremenski dijagrami parcijalnih QoE, dobijenih na osnovu referentnih vrednosti za pojedine QoS KPI. Referentne vrednosti dobijene su procenom statističkih parametara tokom dužeg vremenskog perioda, kao što su, na primer, medijana, srednja, maksimalna i minimalna vrednost, vrednosti u času najvećeg opterećenja i slično.



Sl. 5. Procenjeni QoE

Vremenski dijagram procenjenog QoE prikazan je na Sl. 5. Uticaj parcijalnih QoE na ukupan QoE u slučaju telefonskog servisa je podjednak. U ovom primeru telefonski servis je dobio ocenu 4 tokom posmatranih 24 sata, jer je u 67.37% 15-minutnih intervala servis imao ocenu 4. Smatra se da su korisnici zadovoljni servisom ako QoE ima vrednosti 4 i 5. Ocenu 5 servis je dobio u 5.26% 15-minutnih intervala, i to isključivo u noćnim satima, kada je mreža manje opterećena. Ocenu 3 servis je dobio u 27.37% 15-minutnih intervala, uglavnom u periodu najvećeg opterećenja u mreži. Ovu rezultati treba da pokažu operatoru na koji način treba da optimizuje mrežu, tj. kada dolazi do eventualnog zagušenja u mreži i gde i kako dalje da traži njegove uzroke (npr. u radio podsistemu, u komutacionom delu mreže i slično).

IV. ZAKLJUČAK

Procena zadovoljstva korisnika servisima i mobilnoj mreži nije jednostavna. Pri analizi treba uzeti u obzir jako puno parametara od kojih je deo međusobno statistički zavisian. Pri optimizaciji se mora voditi računa da se promenom jednog parametra ne pokvari ukupni kvalitet servisa i QoE. Procenu i merenje QoE treba proširiti i u vremenskom i prostornom domenu (na nivou ćelije ili grupe ćelija, koje se međusobno razlikuju po geografskim karakteristikama, gustini naseljenosti i slično), jer tako operator može dobiti dodatne informacije o ponašanju korisnika i njihovom zapažanju kvaliteta servisa. Posebno su korisne informacije o stanju servisa “s kraja na kraj” (*end-to-end*), koji se mogu meriti u sistemima nove generacije.

LITERATURA

- [1] “Quality of Experience (QoE) in mobile services: Can it be measured and improved?”, whitepaper, Nokia, 2004.
- [2] David Soldani, “QoE and QoS monitoring and data analysis”, presentation, Special course on networking technology for PhD students, Helsinki University of technology – networking laboratory, fall 2006.
- [3] “Network planning for Quality of Experience”, N2Nsoft whitepaper, www.n2nsoft.com, 2007.
- [4] “Assuring QoE on Next Generation Networks”, Empirix whitepaper, www.empirix.com
- [5] Yves Cognet, “QoE versus QoS”, presentation, QoSmetrix, ITEA, March 2006.
- [6] 3GPP TR 26.944 (Release 7), “End-to-end multimedia services performance metrics”, March 2007.
- [7] ETSI TS 102 250-1 v1.1.1, “Speech processing, transmission and quality aspects; QoS aspects for popular services in GSM and 3G networks; Part 1 – Identification of Quality of Service aspects”, October 2003.
- [8] ETSI TS 102 250-6 v1.2.1, “Speech processing, transmission and quality aspects; QoS aspects for popular services in GSM and 3G networks; Part 6 – Post processing and statistical methods”, October 2004.
- [9] P. Reichl, F. Hammer, “Charging for Quality-of-Experience: a new paradigm for pricing IP-based service”, Telecommunications Research Center, Vienna

ABSTRACT

Quality of experience in a mobile network is one of the best metrics for measuring network performance and functioning, regardless of the quality of service (QoS) parameters, which can be technically measured in the network. Service popularity and mobile operator’s competitiveness on the communications market depend upon the values of this parameter. Therefore, quality of experience is a very important parameter which has to be measured and used for network optimization.

QUALITY OF EXPERIENCE EVALUATION FOR SERVICES IN A MOBILE NETWORK

Nevena Ninkovic