

Poređenje nekih metoda naplate interkonekcije

Aleksandra Kostić-Ljubisavljević, Snežana Mladenović, Vladanka Aćimović-Raspopović

Sadržaj — U radu je dato poređenje nekih od metoda rutiranja pri različitim tipovima naplate interkonekcije. Poređene su sledeće metode rutiranja: rutiranje po najkraćoj putanji, rutiranje sa 3 hopa i rutiranje po putanjama koje se na slučajan način biraju. Što se naplate interkonekcije tiče primenjena je *bill and keep* metoda i metoda zasnovana na troškovima. Da bi sproveli jedno takvo poređenje razvili smo poseban softver.

Ključne reči — *bill and keep*, interkonekcija, rutiranje, softver, troškovi

I. UVOD

SA porastom broja operatora koji su prisutni na nekom telekomunikacionom tržištu i njihovom sve većom potrebom za interkonekcijom sa dominantnim operatorom, raste interesovanje za pronalaženje najefikasnijeg načina tarifiranja i iskorišćenja mreže. Kao jedan od ključnih elemenata u projektovanju, kao i eksploataciji telekomunikacione mreže, rutiranje ima značajnu ulogu u efikasnom iskorišćenju raspoloživih resursa mreže. Problem rutiranja i obezbeđenja potrebnih kapaciteta mreže je jedan od suštinskih problema koji treba rešiti u postupku projektovanja telekomunikacione mreže. Implementacija fleksibilnih metoda dinamičkog rutiranja saobraćaja je jedno od potencijalnih rešenja ovog problema koje se ne bazira isključivo na tradicionalnom pristupu fizičkog proširenja mreže. Mogućnost efikasnijeg i racionalnijeg korišćenja postojećih resursa telekomunikacione mreže je razlog intenzivnih istraživanja dinamičkog rutiranja saobraćaja tokom poslednjih dvadesetak godina.

Za razliku od metoda sa fiksnim pravilima rutiranja, u kojima se kapaciteti u mreži dodeljuju saglasno prognoziranom saobraćajnim zahtevima između parova komutacionih čvorova, dinamičko rutiranje se zasniva na konceptijskom potpuno drugačijem pristupu, koji podrazumeva dodeljivanje saobraćaja onim putanjama na kojima trenutno postoje slobodni kapaciteti. Ovo se može

postići zahvaljujući mogućnosti promene odluka o rutiranju, u skladu sa promenama saobraćajnih zahteva u mreži.

Zahvaljujući nekoincidentnosti saobraćaja u pojedinim delovima mreže, primenom metoda dinamičkog rutiranja saobraćaja mogu se ostvariti značajne uštede u troškovima mreže preraspodelom saobraćaja po onim rutama koje raspoložu trenutno slobodnim kapacitetima, bez potrebe za angažovanjem dodatnih resursa.

U današnje vreme liberalizacije telekomunikacionog tržišta interes istraživača se okreće ka interkonekciji i načinima za njenu naplatu. Sama interkonekcija se može opisati kao fizička konekcija dve različite telekomunikacione mreže na zahtev korisnika. Ona podrazumeva spajanje različitih mreža za komunikaciju, obezbeđujući koordinaciju usluga, što za direktnu posledicu ima veći broj usluga koje su korisnicima na raspolaganju.

Liberalizacija tržišta direktno utiče na principe postavljanja zaduženja za interkonekciju, što je precizno definisano i direktivama koje se tiču interkonekcije. Jasnost i transparentnost u pogledu određivanja interkonekcijskih zaduženja je preduslov za realno postavljanje tarifa od strane operatora. Kontrola vođenja interkonekcijskih procedura i kontrola zaduženja za interkonekciju od strane nacionalnih regulatornih vlasti je garant postavljanja uspešnih interkonekcijskih procedura i cena na zdravim osnovama.

Ovaj rad je koncipiran na sledeći način: U delu II je dat kratak pregled karakteristika fiksnog i dinamičkog rutiranja. Treći deo se odnosi na prikaz nekih od metoda koje se koriste za tarifiranje interkonekcije. U delu IV je dat osvrt na programski sistem realizovan za potrebe ovog istraživanja. Peti deo se odnosi na jednu konkretnu primenu implementiranog softvera, dok je u šestom delu dat prikaz nekih od brojnih rezultata koji su dobijeni njegovim korišćenjem.

II. METODE RUTIRANJA

U sadašnjim telekomunikacionim mrežama zastupljeni su različiti vidovi rutiranja saobraćaja, počevši od fiksnog, hijerarhijskog, do različitih metoda dinamičkog rutiranja [1]. Prema [2] i [3], metode rutiranja saobraćaja se mogu klasifikovati na osnovu kategorije (vrste) tabela rutiranja na fiksno rutiranje, dinamičko rutiranje zavisno od vremena, dinamičko rutiranje zavisno od stanja i dinamičko rutiranje zavisno od događaja. Dinamičko rutiranje ima brojne prednosti u odnosu na fiksno. Prvo, povećava efikasnost korišćenja resursa mreže promenom šema rutiranja u skladu sa promenom saobraćajnih

Ovaj rad je deo istraživanja na projektu broj T11013A, koji finansira Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije

Aleksandra Kostić- Ljubisavljević, Saobraćajni fakultet u Beogradu, Srbija (telefon: 381-11-3091322; faks: 381-11-3096704; e-mail: a.kostic@sf.bg.ac.rs

Snežana Mladenović, Saobraćajni fakultet u Beogradu, Srbija (telefon: 381-11-3091209; faks: 381-11-3096704; e-mail: snezanam@sf.bg.ac.rs

Vladanka Aćimović-Raspopović, Saobraćajni fakultet u Beogradu, Srbija (telefon: 381-11-3091398; faks: 381-11-3096704; e-mail: v.acimovic@sf.bg.ac.rs

zahteva. Drugo, neograničavanjem broja mogućih ruta, što je slučaj u hijerarhijskoj strukturi sa fiksnim rutiranjem, povećava fleksibilnost. Dinamičko rutiranje pruža mogućnost za samostalni oporavak mreže obezbeđenjem selekcije ruta širom mreže i adaptacije na oštećenja.

Prednosti dinamičkog nad fiksnim rutiranjem su:

- praktično nema blokiranja tokom normalnih radnih dana i vikendom,
- poboljšanje performansi pri opterećenjima i oštećenjima mreže,
- smanjenje kapitalnih troškova primenom boljih rešenja pri projektovanju i planiranju mreže,
- povećanje prihoda,
- smanjenje troškova kroz centralizaciju i automatizaciju upravljanja mrežom,
- sveukupno povećanje kvaliteta i fleksibilnosti servisa.

III. METODE INTERKONEKCIJE

Evropska komisija definiše interkonekciju kao "fizičku i logičku vezu telekomunikacionih mreža korišćenu od strane istog ili različitih operatora, na zahtev pretplatnika jednog operatora da komuniciraju sa pretplatnicima istog ili drugog operatora. Interkonekcija, isto tako, podrazumeva da se pretplatnicima daje mogućnost da koriste usluge koje pružaju drugi operatori. Usluge mogu da pružaju delovi mreža koje su obuhvaćene interkonekcijom ili drugi provajderi koji imaju pristup mreži." [5], [6].

Postoje brojni koncepti koji se primenjuju u telekomunikacionim mrežama širom sveta u cilju određivanja adekvatne i prihvatljive cene interkonekcije sa aspekta operatora i regulatora [7], [8]. Neki od njih su: metode zasnovane na troškovima, *bill and keep*, podela profita, *price cap* i sl. U ovom radu će biti prikazana primena dve najčešće korišćene metode za naplatu interkonekcije i to *bill and keep* i metoda zasnovana na troškovima.

Bill and keep pristup podrazumeva da se operatorima interkonekcija uopšte ne naplaćuje. Svaki operator "naplati" svojim krajnjim korisnicima izlazni saobraćaj koji oni generišu ka drugoj mreži, i "zadržava" sav prihod koji proistekne. Ovaj model pretpostavlja sledeće - da postoje nadoknade za interkonekciju one bi se ionako međusobno poništile, što ne bi rezultiralo ni gubitkom ni dobitkom ni za jednog operatora. Dalje, time što propuštaju te nadoknade, operatori izbegavaju administrativni teret naplate jedne drugoj za razmenjen saobraćaj. Model *bill and keep* je najbolje primeniti u situacijama kada je saobraćaj između operatora u ravnoteži. U suprotnom, jedan operator će imati manju dobit zbog većih troškova terminiranja saobraćaja u njegovu mrežu. Da bi se ustanovilo da ta ravnoteža postoji potrebno je kontinualno merenje saobraćaja i troškova koji iz njega proističu. Ako se saobraćaj značajno promeni i poremeti ravnotežu, operatori mogu da obustave ovo uređenje bar privremeno, i da počnu da naplaćuju interkonekciju.

Korišćenjem studija troškova i principa ekonomske efikasnosti, cene interkonekcije se mogu formirati tako da se u potpunosti postigne povraćaj troškova operatora. Fiksni troškovi se mogu nadoknaditi primenom

proporcionalnih fiksnih ili *flat* tarifa. Na primer, jednokratni trošak uspostavljanja kanala veze se može nadoknaditi nepovratnom tarifom u adekvatnom iznosu. Varijabilni troškovi, s druge strane, trebali bi se nadoknaditi primenom varijabilnih tarifa. To jest, troškove zavisne od saobraćaja bi trebalo nadoknaditi naplatom interkonekcije po minutu. Ovo su možda naizgled jednostavni koncepti, ali oni su se na mnogim tržištima praktikovali samo povremeno. Regulatori radije izaberu da uključe veliku količinu troškova u minutne tarife, nego da razdvoje troškove za različite komponente mreže i servise. Dominantni operatori se radije odlučuju za tarife koje su bazirane na upotrebi, jer takve tarife osiguravaju rastući profit od interkonekcije kad god se konkurent proširi i poveća saobraćaj u okviru svoje mreže. Međutim, oslanjanje isključivo na tarife bazirane na upotrebi i nije baš ekonomski najprikkladnije. U svakom slučaju, veoma je teško ustanoviti sve sadržane troškove. Ovaj koncept je jedan od najprihvaćenijih koncepata utvrđivanja cene interkonekcije širom sveta, i to upravo zbog izuzetno detaljnog pristupa pravilnom utvrđivanju troškova koji nastaju u telekomunikacionoj mreži.

IV. OSVRT NA PROGRAMSKO REŠENJE

Već decenijama se simulacioni modeli intezivno koriste za rešavanje problema rutiranja i projektovanja telekomunikacionih mreža. Kako je već istaknuto, osnovni cilj istraživanja, prikazanog u ovom radu, je poređenje različitih metoda rutiranja. Ovo poređenje treba obaviti uz variranje brojnih ulaznih veličina: topologije mreže, kapaciteta čvorova, troškova linka, broja poziva, ... Takođe, zaključci se mogu smatrati validnim samo ako su izvedeni na osnovu "dovoljnog" velikog broja eksperimenata. Stoga smo razvili softver koji simulira opsluživanje poziva u telekomunikacionoj mreži i vrši statističku obradu relevantnih parametara.

U strukturi programskog sistema, koji je šematski prikazan na Sl.1., izdvajaju se sledeće logičke celine:

Inicijalizacija mreže. U matematičkom smislu telekomunikaciona mreža predstavlja graf. Atribut čvora je kapacitet čvora a atributi linka su početni i krajnji čvor i trošak linka.

Pod pojmom kapacitet čvora ovde se smatra srednji broj poziva koje se može generisati u svakom čvoru. Zbog jednostavnijeg rada, a i kasnije lakše obrade dobijenih rezultata, kapaciteti čvorova su normalizovani na jedan. Pretpostavljeno je da svaki čvor može da prosledi sav tranzitni saobraćaj koji kroz njega prolazi, pod uslovom da su linkovi koji ulaze i izlaze iz njega slobodni.

Trošak linka se definiše kao onaj trošak koji snosi operator da bi opslužio poziv koji je generisan u njegovoj mreži, ili poziv koji tranzitira kroz njegovu mrežu, ili poziv koji terminira u njegovoj mreži. Iako ovi troškovi u praksi nisu na isti način definisani, niti se na isti način računaju, u ovom radu će oni biti posmatrani pod zajedničkim nazivom trošak linka.

Zadatak podsistema za inicijalizaciju mreže je da konkretnu mrežu reprezentuje strukturama podataka podesnim za proces simulacije.

Generisanje poziva. U svakom čvoru se generiše saobraćaj koji je pretstavljen Poasonovim potokom

